

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 2 日
Date of Application:

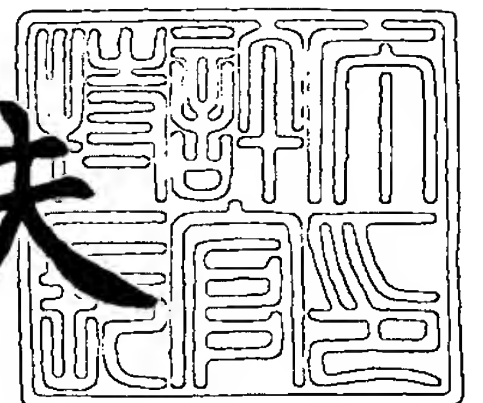
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 0 0 7 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 4 0 0 7 4]

出 願 人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 02J04264

【提出日】 平成14年11月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 7/004
G11B 7/135
G02B 5/18

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 西岡 澄人

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 中野 郁雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

【選任した代理人】

【識別番号】 100113701

【弁理士】

【氏名又は名称】 木島 隆一

【選任した代理人】

【識別番号】 100115026

【弁理士】

【氏名又は名称】 圓谷 徹

【選任した代理人】

【識別番号】 100116241

【弁理士】

【氏名又は名称】 金子 一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれ情報記録面上に厚さ t_1 , t_2 , t_3 ($t_1 < t_2 < t_3$) の光透過層を備えた第 1、第 2 及び第 3 記録媒体の前記各情報記録面に対して、それぞれ波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$) の第 1、第 2 及び第 3 光ビームを集光して情報の記録又は再生が可能な光ピックアップであって、

入射する第 1、第 2 及び第 3 光ビームの光軸にほぼ直交する方向に移動可能であり、この第 1、第 2 及び第 3 光ビームをそれぞれ前記第 1、第 2 及び第 3 記録媒体の各情報記録面に対して集光する対物レンズと、

前記対物レンズに対して第 1、第 2 及び第 3 光ビームの入射側に、前記対物レンズと一体となって移動可能に設けられており、第 1、第 2 及び第 3 光ビームを回折させ、かつ、屈折させて所定回折次数の第 1、第 2 及び第 3 光ビームを前記対物レンズに入射させる回折光学素子とを備え、

前記回折光学素子は、前記対物レンズに対して第 2 及び第 3 光ビームを発散光で入射させるとともに、

第 2 及び第 3 光ビームについて、前記回折光学素子に入射する収束／発散度合いをそれぞれ Φ_{inr} 及び Φ_{inIr} とし、前記対物レンズに入射する発散度合いをそれぞれ Φ_{outr} 及び Φ_{outIr} とすると、

$|\Phi_{inr}| < |\Phi_{outr}|$ 、かつ、 $|\Phi_{inIr}| < |\Phi_{outIr}|$

を満たすことを特徴とする光ピックアップ。

【請求項 2】

前記回折光学素子は、前記対物レンズに対して第 1 光ビームを平行光で入射させることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ。

【請求項 3】

前記回折光学素子は、第 1 光ビームの 2 次回折光、第 2 光ビームの 1 次回折光、及び第 3 光ビームの 1 次回折光をそれぞれ前記対物レンズに入射させ、

前記回折光学素子では、第 1 光ビームについては 2 次回折光の回折効率が最も

高く、第 2 光ビームについては 1 次回折光の回折効率が最も高く、第 3 光ビームについては 1 次回折光の回折効率が最も高いことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光ピックアップ。

【請求項 4】

前記回折光学素子では、第 1 光ビームについては 2 次回折光の回折効率が 9 0 % 以上であることを特徴とする請求項 3 に記載の光ピックアップ。

【請求項 5】

前記回折光学素子に対して第 3 光ビームが発散光で入射することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の光ピックアップ。

【請求項 6】

前記回折光学素子に対して第 1 及び第 2 光ビームがそれぞれ平行光及び発散光で入射することを特徴とする請求項 5 に記載の光ピックアップ。

【請求項 7】

前記回折光学素子に対して第 1 光ビームが収束光で入射し、第 2 光ビームが収束光、平行光又は発散光で入射することを特徴とする請求項 5 に記載の光ピックアップ。

【請求項 8】

第 1 光ビームに対する対物レンズの有効径を ϕ とすると、
前記回折光学素子に入射する第 1、第 2 及び第 3 光ビームの収束／発散度合いは、

$$\begin{aligned} 0 \leq \phi \times \Phi_{inb} \leq 0.11、 \\ -0.048 \leq \phi \times \Phi_{inr} \leq 0.04、 \text{ かつ、} \\ -0.18 \leq \phi \times \Phi_{inlr} \leq -0.1 \end{aligned}$$

を満たすことを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の光ピックアップ。

【請求項 9】

第 1、第 2 及び第 3 光ビームに対する前記回折光学素子のパワーをそれぞれ Φ_b 、 Φ_r 、 Φ_{lr} とすると、

$$\begin{aligned} -0.11 \leq \phi \times \Phi_b \leq 0、 \\ -0.2 \leq \phi \times \Phi_r \leq -0.002、 \text{ かつ、} \end{aligned}$$

$-0.16 \leq \phi \times \Phi_{Ir} \leq 0.03$

を満たすことを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の光ピックアップ。

【請求項 1 0】

前記回折光学素子は、収束型の回折面、及び凹面の屈折面を備えることを特徴とする請求項 3 から 9 の何れか 1 項に記載の光ピックアップ。

【請求項 1 1】

前記回折光学素子の屈折面は、球面であることを特徴とする請求項 3 から 1 0 の何れか 1 項に記載の光ピックアップ。

【請求項 1 2】

第 1 光ビームに対する前記回折光学素子の屈折面のパワーは、 -0.1 以上であることを特徴とする請求項 3 から 1 0 の何れか 1 項に記載の光ピックアップ。

【請求項 1 3】

前記回折光学素子の回折面は、屈折面上に形成されていることを特徴とする請求項 1 から 1 2 の何れか 1 項に記載の光ピックアップ。

【請求項 1 4】

前記回折光学素子の回折面には、鋸歯状又は階段状の回折格子が形成されていることを特徴とする請求項 1 から 1 3 の何れか 1 項に記載の光ピックアップ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、記録媒体に情報を記録する、あるいは記録媒体から情報を再生するための光ピックアップに関し、特に、光入射面から情報記録面に至る光透過層の厚さや、利用する光ビームの最適な波長の異なる記録媒体に対して情報を記録あるいは再生するために好適な光ピックアップに関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、例えば D V D (digital video disc) や C D (compact disc) 等の光ディスク（光記録媒体）から記録情報を読み取り可能な光学式ディスクプレーヤ（光学式記録再生装置）がある。最近では、容量 4. 7 G B の D V D が市場に導入さ

れているが、さらに高密度な光ディスクへの要求が強く、その実現に向けた検討が進んでいる。記録密度の向上には、よく知られているように読み取りに使用する光の短波長化、及び対物レンズの高NA化が有効である。

【 0 0 0 3 】

現在、次世代高密度光ディスクを再生するための光ピックアップでは、対物レンズの開口数(Numerical Aperture : NA)が従来のDVDにおける0.6から0.85に引き上げられるとともに、使用する光の波長が従来のDVDにおける650nmから405nmに短波長化されることにより、絞り込みスポットが微小化され、高記録密度化が図られている。

【 0 0 0 4 】

ところで、対物レンズのNAを大きくすると光ディスクが傾いたときに発生するコマ収差が急激に増大するため、絞り込みスポットの集光特性が劣化しやすくなるという問題点がある。なお、本明細書において、コマ収差とは、光軸上以外で焦点を結ぶときに発生する収差を指す。光ディスクの傾きにより発生するコマ収差は、光ディスクにおける光入射面から情報記録面に至る光透過層の厚さに比例するため、光ディスクの光透過層を薄くすることにより対物レンズのNAを大きくすることにもなうコマ収差の増大を抑制することが可能である。この考え方に基づいて、次世代高密度光ディスクにおいては、光透過層を従来のDVDにおける0.6mmから0.1mmに薄型化することが提案されている。

【 0 0 0 5 】

ここで、次世代高密度光ディスクには、現在広く普及している従来のDVDやCDとの互換性の確保が求められる。つまり、次世代高密度光ディスクを再生するための光学式ディスクプレーヤは、現在のDVDやCDをも再生できることが必要となる。

【 0 0 0 6 】

しかし、使用する光の波長や、光ディスクの光透過層の厚さが異なると、光ディスクの互換性の確保が困難になるという問題がある。通常、対物レンズは、特定の光ディスクの光透過層厚さ、及び使用する光の波長を想定して設計されているため、光透過層厚さや使用する光の波長が大きく異なる光ディスクに対しては

、絞り込みスポットに球面収差が発生し、絞り込みスポットの集光特性が劣化するからである。なお、本明細書において、球面収差とは、光線中心に近い光線である近軸光線の焦点位置と、光線中心から離れた光線である周辺光線の焦点位置との差を指す。

【0 0 0 7】

このため、使用波長に応じた複数のレーザ光源を備え、同一の対物レンズで情報記録面へ必要な開口数でレーザ光を収束する光ピックアップが、提案されている（例えば特許文献1）。

【0 0 0 8】

特許文献1には、使用波長が4 0 0 n mで光透過層が0. 6 m mの光ディスクと、使用波長が6 5 0 n mで光透過層が0. 6 m mの光ディスクと、使用波長が7 8 0 n mで光透過層が1. 2 m mの光ディスクとを、対物レンズの曲面上に回折面を設けた光学系により記録再生する技術が開示されている。また、このとき回折面を設けた対物レンズは、それぞれの波長にたいして1次回折光を利用するように設計されている。

【0 0 0 9】

【特許文献1】

特開 2 0 0 2 - 1 9 7 7 1 7 号公報（公開日 2 0 0 2 年 7 月 1 2 日）

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献1に開示された技術を、互いに厚さの異なる光透過層を有する光ディスク、すなわち、次世代高密度光ディスク（使用波長4 0 0 n m、光透過層0. 1 m m）と、DVD（使用波長6 5 0 n m、光透過層0. 6 m m）と、CD（使用波長7 8 0 n m、光透過層1. 2 m m）とに適応させた場合の問題点を以下に示す。

【0 0 1 1】

一般に、記録密度の異なる光ディスクに対応可能な光ピックアップ（互換型光ピックアップ）では、より記録容量の多い光ディスクに対して収差が補正された対物レンズが用いられる。したがって、上記次世代高密度光ディスクと、従来の

D V D と、従来の C D とに対応可能な互換型光ピックアップでは、次世代高密度光ディスクに対して対物レンズの収差が補正されることになる。この対物レンズを、次世代高密度光ディスクとは光透過層の厚さの異なる従来の D V D や C D にそのまま使用すると、球面収差が増大して記録再生できなくなる。

【 0 0 1 2 】

この問題を解消するためには、従来の D V D を記録再生する際に、上記対物レンズに発散光を入射させ、光透過層が厚いために発生する球面収差と逆向きの収差を発生させることにより補正することが考えられる。

【 0 0 1 3 】

つまり、厚さの異なる光透過層を有する光ディスクを記録再生するためには、それぞれに対応する波長の光の収束／発散度合いを変えて対物レンズに対して入射させることになる。

【 0 0 1 4 】

有効径が 3 mm の対物レンズに対し、青色光（4 0 0 nm の波長の光）を平行光に入射させ、光透過層の厚みが 0 . 1 mm の次世代光ディスクに集光させる場合、光透過層の厚みが大きいために発生する D V D での球面収差を補正するためには、赤色光（6 5 0 nm の波長の光）の発散度合いを約 - 0 . 0 3 とする必要がある、さらに光透過層の厚みが大きい C D での球面収差を補正するためには、赤外光（7 8 0 nm の波長の光）の発散度合いを約 - 0 . 0 7 と大きくする必要がある。ここで、収束／発散度合いは焦点距離の逆数であり、負の値のときは発散光を、正の値のときは収束光を表す。

【 0 0 1 5 】

このとき、赤色光及び赤外光に関しては、対物レンズに入射する光の発散度合いが大きいため、トラッキングなどによる対物レンズのラジアル方向（対物レンズに入射する光ビームの光軸にほぼ直交する方向）のシフトにより、光ディスク上の絞り込みスポットに付加されるコマ収差が増大してしまい集光特性が大きく劣化してしまうという問題を招来する。特に、C D の場合は、対物レンズに入射する光の発散度合いがより大きいため、対物レンズのラジアル方向のシフトによる集光特性の劣化が大きくなってしまう。

【0016】

また、上記特許文献1に開示されている、回折面を設けた対物レンズでは、1つの波長での1次光の回折効率をほぼ100%とした場合に、他の波長での1次回折光の回折効率には限界があり、所望の高い回折効率は得られない。そのため、光量のロスが生じ、光の利用効率が悪くなってしまうという問題を招来する。光量のロスが生じると、特に情報の記録時においてより高パワーのレーザが必要になってしまう。また、利用回折次数以外の不要光が、再生時に検出器に迷光として入射してしまい、信号の劣化などを引き起こしてしまう恐れが生じる。

【0017】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、光透過層の厚さ及び再生に最適な光ビームの波長の異なる記録媒体に対して、情報の記録又は再生が可能であるとともに、対物レンズのラジアル方向のシフトにより集光特性が大きく劣化するのを抑えることができる光ピックアップを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明の光ピックアップは、それぞれ情報記録面上に厚さ t_1 , t_2 , t_3 ($t_1 < t_2 < t_3$) の光透過層を備えた第1、第2及び第3記録媒体の前記各情報記録面に対して、それぞれ波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$) の第1、第2及び第3光ビームを集光して情報の記録又は再生が可能な光ピックアップであって、上記の課題を解決するために、入射する第1、第2及び第3光ビームの光軸にはほぼ直交する方向に移動可能であり、この第1、第2及び第3光ビームをそれぞれ前記第1、第2及び第3記録媒体の各情報記録面に対して集光する対物レンズと、前記対物レンズに対して第1、第2及び第3光ビームの入射側に、前記対物レンズと一体となって移動可能に設けられており、第1、第2及び第3光ビームを回折させ、かつ、屈折させて所定回折次数の第1、第2及び第3光ビームを前記対物レンズに入射させる回折光学素子とを備え、前記回折光学素子は、前記対物レンズに対して第2及び第3光ビームを発散光で入射させるとともに、第2及び第3光ビームについて、前記回折光学素子に入射する収束／発散度合

いをそれぞれ Φ_{inr} 及び Φ_{inIr} とし、前記対物レンズに入射する発散度合いをそれぞれ Φ_{outr} 及び Φ_{outIr} とすると、

$$|\Phi_{\text{inr}}| < |\Phi_{\text{outr}}|, \text{ かつ、 } |\Phi_{\text{inIr}}| < |\Phi_{\text{outIr}}|$$

を満たすことを特徴としている。

【0019】

互いに異なる波長の第1、第2及び第3光ビームを用いて、それぞれ第1、第2及び第3記録媒体の記録又は再生を行う光ピックアップでは、最も短波長の第1光ビームを第1記録媒体に集光する場合について収差が補正された対物レンズを用いることになる。

【0020】

一方、第1記録媒体とは光透過層の厚さの異なる第2及び第3記録媒体に対してそれぞれ第2及び第3光ビームを集光させるために上記対物レンズをそのまま使用すると、第2及び第3光ビームの球面収差が増大してしまう。この球面収差の増大を抑えるためには、補正のために逆向きの収差を発生させるべく、第2及び第3光ビームを上記対物レンズに発散光として入射させればよい。

【0021】

ここで、球面収差の増大抑制効果を十分に得るためには、対物レンズに入射させる第2及び第3光ビームの発散度合いを大きくする必要がある。ところが、対物レンズに入射させる光ビームの発散度合いを大きくすると、トラッキングなどによる対物レンズのラジアル方向（対物レンズに入射する第1、第2及び第3光ビームの光軸にほぼ直交する方向）の移動により、記録媒体上の絞り込みスポットに付加されるコマ収差が増大してしまい集光特性が大きく劣化してしまうという問題を招来する。

【0022】

そこで、上記構成では、第2及び第3光ビームを対物レンズに発散光として入射させる際に、対物レンズと一体となって移動可能に設けられた回折光学素子を用いる。そして、この回折光学素子は、

$$|\Phi_{\text{inr}}| < |\Phi_{\text{outr}}|, \text{ かつ、 } |\Phi_{\text{inIr}}| < |\Phi_{\text{outIr}}|$$

を満たすように作用する。すなわち、回折光学素子に入射する第2及び第3光ビ

ームよりも、回折光学素子から出射する第 2 及び第 3 光ビームの方が、収束／発散度合いの絶対値が大きくなるようにする。

【 0 0 2 3 】

これにより、球面収差の増大抑制効果を十分に得つつ、対物レンズと回折光学素子とからなるユニット（対物レンズユニット）に対して入射させる第 2 及び第 3 光ビームの収束／発散度合いの絶対値を小さくする、つまり、平行光に近づけることが可能になる。その結果、上記構成では、回折光学素子を用いない場合と比較して、上記対物レンズユニットのラジアル方向の移動（対物シフト）による集光特性の劣化を抑制することができる。

【 0 0 2 4 】

このように、上記の構成では、1 つの対物レンズを用いて、異なる光透過層厚の記録媒体に対して良好な集光スポットを形成し、情報の記録又は再生が可能になるとともに、対物レンズユニットのラジアル方向の移動によっても集光特性が大きく劣化するのを抑えることができる。

【 0 0 2 5 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、前記回折光学素子は、前記対物レンズに対して第 1 光ビームを平行光で入射させることが好ましい。

【 0 0 2 6 】

上記構成では、最も厳しい集光特性が要求される短波長の第 1 光ビームを対物レンズに対して平行光で入射させることにより、第 1 光ビームの使用における回折光学素子と対物レンズとの位置ずれによる収差の発生を抑制することができる。

【 0 0 2 7 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、前記回折光学素子は、第 1 光ビームの 2 次回折光、第 2 光ビームの 1 次回折光、及び第 3 光ビームの 1 次回折光をそれぞれ前記対物レンズに入射させ、前記回折光学素子では、第 1 光ビームについては 2 次回折光の回折効率が最も高く、第 2 光ビームについては 1 次回折光の回折効率が最も高く、第 3 光ビームについては 1 次回折光の回折効率が最も高いことが好ましい。

【 0 0 2 8 】

上記構成では、第 1、第 2 及び第 3 光ビーム全ての回折効率を向上させることができる。これにより、各光ビームの光源の出力を小さくできるため、光源での消費電力を抑えることができる。上記構成は、高出力なビームが必要となる情報の記録や消去を行う光ピックアップに特に有効である。特に、前記回折光学素子では、第 1 光ビームについては 2 次回折光の回折効率が 9 0 % 以上であることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、前記回折光学素子に対して第 3 光ビームが発散光で入射することが好ましい。

【 0 0 3 0 】

上記構成では、球面収差の増大を抑えるために、最も発散度合いの大きくする必要がある第 3 光ビームを、回折光学素子に対して発散光で入射させることにより、回折光学素子に入射させる第 1 及び第 2 光ビームの発散度合いが大きくなるのを防ぐことができる。

【 0 0 3 1 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、前記回折光学素子に対して第 1 及び第 2 光ビームがそれぞれ平行光及び発散光で入射することが好ましい。

【 0 0 3 2 】

上記構成では、回折光学素子に対して第 1 光ビームを平行光で入射させつつ、回折光学素子に対して入射する第 2 及び第 3 光ビームの発散度合いを比較的小さくすることができる（図 6 参照）。その結果、対物レンズユニットのラジアル方向の移動による集光特性の劣化をより効果的に抑えることができる。

【 0 0 3 3 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、前記回折光学素子に対して第 1 光ビームが収束光で入射し、第 2 光ビームが収束光、平行光又は発散光で入射することが好ましい。

【 0 0 3 4 】

上記構成では、回折光学素子に対して入射する第 1、第 2 及び第 3 光ビームの

収束／発散度合いの絶対値を比較的小さくすることができる（図 6 参照）。その結果、対物レンズユニットのラジアル方向の移動による集光特性の劣化をより効果的に抑えることができる。

【 0 0 3 5 】

例えば、第 1 光ビームに対する対物レンズの有効径を ϕ とすると、前記回折光学素子に入射する第 1、第 2 及び第 3 光ビームの収束／発散度合いは、

$$0 \leq \phi \times \Phi_{inb} \leq 0.11、$$

$$-0.048 \leq \phi \times \Phi_{inr} \leq 0.04、かつ、$$

$$-0.18 \leq \phi \times \Phi_{inlr} \leq -0.1$$

を満たすことが好ましい。

【 0 0 3 6 】

言い換えれば、第 1、第 2 及び第 3 光ビームに対する前記回折光学素子のパワーをそれぞれ Φ_b 、 Φ_r 、 Φ_{lr} とすると、

$$-0.11 \leq \phi \times \Phi_b \leq 0、$$

$$-0.2 \leq \phi \times \Phi_r \leq -0.002、かつ、$$

$$-0.16 \leq \phi \times \Phi_{lr} \leq 0.03$$

を満たすことが好ましい。

【 0 0 3 7 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、前記回折光学素子は、収束型の回折面、及び凹面の屈折面を備えることが好ましい。

【 0 0 3 8 】

上記構成では、第 1 記録媒体専用の光ピックアップよりも使用可能な波長範囲が広くなり、第 1 記録媒体専用の対物レンズを単体で用いる場合よりも波長依存特性を改善することができる。したがって、上記構成では、モードホップなどによる波長変動が生じてても、良好な集光特性を保つことができる。また、回折光学素子の回折面の最小ピッチを広げることができ、回折光学素子の作成を容易にすることができる。

【 0 0 3 9 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、前記回折光学素子の屈折面は

、球面であることが好ましい。

【0 0 4 0】

上記構成では、回折光学素子の作成が容易になり、安価な光ピックアップを提供することができる。

【0 0 4 1】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、第1光ビームに対する前記回折光学素子の屈折面のパワーは、 -0.1 以上であることが好ましい。

【0 0 4 2】

上記の構成では、対物レンズユニットのラジアル方向の移動による集光特性の劣化をより効果的に抑えることができる。

【0 0 4 3】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、前記回折光学素子の回折面は、屈折面上に形成されていることが好ましい。

【0 0 4 4】

上記構成では、回折光学素子の屈折面と回折面との位置合わせが不要になり、回折光学素子の作成を容易にすることができる。

【0 0 4 5】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、前記回折光学素子の回折面には、鋸歯状又は階段状の回折格子が形成されていることが好ましい。

【0 0 4 6】

上記構成では、回折光学素子における各光ビームの回折効率を向上させることができる。これにより、各光ビームの光源の出力を小さくできるため、光源での消費電力を抑えることができる。上記構成は、高出力なビームが必要となる情報の記録や消去を行う光ピックアップに特に有効である。

【0 0 4 7】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の一形態について図1から図13に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0 0 4 8】

本実施形態の光ピックアップ20の概略構成を図3に示す。本実施形態では、次世代高密度光ディスク（第1光ディスク14a、第1記録媒体）、従来のDVD（第2光ディスク14b、第2記録媒体）、及び従来のCD（第3光ディスク14c、第3記録媒体）に対応可能な光ピックアップ20について説明する。

【0049】

なお、第1光ディスク14aは、使用する光（第1光ビーム）が波長（第1波長 λ_1 ）405nm付近の短波長の青色光、光透過層の厚さ t_1 が0.1mmのものであり、第2光ディスク14bは、使用する光（第2光ビーム）が波長（第2波長 λ_2 ）650nm付近の長波長の赤色光、光透過層の厚さ t_2 が0.6mmのものであり、第3光ディスク14cは、使用する光（第3光ビーム）が波長（第3波長 λ_3 ）780nm付近の長波長の赤外光、光透過層の厚さ t_3 が1.2mmのものである。

【0050】

光ピックアップ20は、第1波長 λ_1 を有する第1光ビームを出射する半導体レーザ1a、第1波長 λ_1 より長い第2波長 λ_2 を有する第2光ビームを出射する半導体レーザ1b、及び第2波長 λ_2 より長い第3波長 λ_3 を有する第3光ビームを出射する半導体レーザ1cを備えている。半導体レーザ1a、半導体レーザ1b及び半導体レーザ1c（光源）は、対象となる光ディスクに応じて互いに切り換えて点灯される。

【0051】

光ピックアップ20は、さらに、半導体レーザ1a・1bから出射された第1及び第2光ビームをそれぞれほぼ平行光にするコリメータレンズ2a・2b、楕円形強度分布を有する第1及び第2光ビームをそれぞれほぼ円形の強度分布に整形する整形プリズムなどの整形光学系3a・3b、整形光学系3a・3bからの第1及び第2光ビームをそれぞれ透過させるビームスプリッタ4a・4bを備えている。

【0052】

整形光学系3a・3bは、1つの三角プリズム、貼り合わされた三角プリズム、あるいは独立して配置された2つの三角プリズム等の公知の光学系によって構

成されている。なお、光ピックアップ 2 0 は、整形光学系 3 a ・ 3 b を備えていなくてもよい。

【 0 0 5 3 】

さらに、光ピックアップ 2 0 は、半導体レーザ 1 c から出射された第 3 光ビームを所定の発散光にする補正レンズ 2 c、補正レンズ 2 c を経た第 3 光ビームを透過させるビームスプリッタ 4 c を備えている。ここで、補正レンズ 2 c は、対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフトの影響を小さくする目的で挿入されている非球面のレンズである。

【 0 0 5 4 】

半導体レーザ 1 a、コリメータレンズ 2 a、整形光学系 3 a、及びビームスプリッタ 4 a により第 1 光学系 1 6 a が構成され、半導体レーザ 1 b、コリメータレンズ 2 b、整形光学系 3 b、及びビームスプリッタ 4 b により第 2 光学系 1 6 b が構成され、半導体レーザ 1 c、補正レンズ 2 c、及びビームスプリッタ 4 c により第 3 光学系 1 6 c が構成されている。

【 0 0 5 5 】

第 1 及び第 2 光学系 1 6 a ・ 1 6 b から出射された第 1 及び第 2 光ビームは、ダイクロミラー 5 により互いの光軸が合わせられ、球面収差補償系 6 で光ビームの種類（第 1 光ビーム又は第 2 光ビーム）に応じて収束／発散度合いが変化される。その後、第 1 及び第 2 光ビームは、第 3 光学系 1 6 c から出射された第 3 光ビームとダイクロミラー 7 により互いの光軸が合わせられ、それ以降は共通光学系を通ることになる。

【 0 0 5 6 】

ここで、球面収差補償系 6 は、第 1 及び第 2 光ディスク 1 4 a ・ 1 4 b における光透過層の厚みムラ等により発生する球面収差を補正するビームエキスパンダーであるとともに、上記のように第 1 及び第 2 光ビームの収束／発散度合いを変化させる光ビーム制御手段としての機能を有している。なお、第 3 光ビームの収束／発散度合いを変化させる光ビーム制御手段としての機能は、補正レンズ 2 c が担っている。

【 0 0 5 7 】

なお、光ピックアップ20が整形光学系3a・3bを備えない構成である場合には、球面収差補償系6を用いることなく、コリメータレンズ12a・12bを使って第1及び第2光ビームの収束／発散度合いを変化させるようにしてもかまわない。さらに、これら以外の素子を使って第1及び第2光ビームの収束／発散度合いを変化させるようにしてもよい。

【0058】

共通光学系において、第1、第2及び第3光ビームは、1／4波長板8を通過し、ミラー9で反射された後、対物レンズユニット13に入る。

【0059】

対物レンズユニット13に入った第1、第2及び第3光ビームは、波長選択性開口フィルタ10、回折光学素子11、及び対物レンズ12を順次通過し、第1光ディスク14a、第2光ディスク14b又は第3光ディスク14cの情報記録面上に微小な光スポットを形成する。

【0060】

また、波長選択性開口フィルタ10は、波長が第1波長 λ_1 の第1光ビームに対しては開口数がNA1（具体的には0.85）となるように働き、波長が第2波長 λ_2 の第2光ビームに対しては開口数がNA2（具体的には0.6）となるように働き、波長が第3波長 λ_3 の第3光ビームに対しては開口数がNA3（具体的には0.45）となるように働くことで開口制御する。なお、ここでは波長選択性開口フィルタ10を、ミラー9と回折光学素子11との間に配置しているが、回折光学素子11及び対物レンズ12と一体的に動作可能であり、かつ、対物レンズ12と光源との間の場所であればどこに配置してもかまわない。また、上記のような開口制御と同じ機能を有するものであれば、波長選択性開口フィルタ10以外のものであってもよい。

【0061】

波長選択性開口フィルタ10、回折光学素子11及び対物レンズ12は、対物レンズユニット13として一体化され、光ピックアップ20の他の光学系に対して、光軸方向、すなわち図3中矢印Z方向に移動できるようになっている。これにより、第1、第2及び第3光ディスク14a・14b・14cの情報記録面の

面振れや、第 1、第 2 及び第 3 光ディスク 1 4 a ・ 1 4 b ・ 1 4 c の情報トラックの回転偏心に対して、集光スポットを良好に追従させることができる。

【 0 0 6 2 】

光ピックアップ 2 0 は、以上の光照射光学系に加えて、さらに再生信号検出光学系 1 5 a ・ 1 5 b ・ 1 5 c を備えている。再生信号検出光学系 1 5 a ・ 1 5 b ・ 1 5 c では、公知の種々の光学系により、自動焦点やトラック追従といった光点制御信号、及び光ディスクに記録された情報信号の再生が行なわれる。

【 0 0 6 3 】

対物レンズユニット 1 3 は、第 1、第 2 及び第 3 光ビームをそれぞれ第 1、第 2 及び第 3 光ディスク 1 4 a ・ 1 4 b ・ 1 4 c の情報記録面へ集光する対物レンズ 1 2、透光性を有する発散型のレンズである平凹レンズと平凹レンズの平面上に形成された収束型の回折格子とを有する回折光学素子 1 1、及び波長選択性開口フィルタ 1 0 が一体化された組立体である。

【 0 0 6 4 】

回折光学素子 1 1 を、収束型の回折格子と、発散型の平凹レンズとを有する構成にすることにより、波長変動に対する波面収差の劣化を抑えることができ、波長変動に対しても良好な集光特性を得ることができる。なお、本明細書においては、収差の量を表す語として波面収差を使用する。

【 0 0 6 5 】

ここでは、部品点数を減らすために、平凹レンズの平面上に回折格子を形成して回折光学素子 1 1 を構成しているが、回折素子及びレンズの 2 つの光学素子を組み合わせて回折光学素子を構成してもよい。いずれにしても、回折光学素子 1 1 において回折作用を有する面を回折面、屈折作用を有する面を屈折面と称する。

【 0 0 6 6 】

なお、本光ピックアップ 2 0 では、回折光学素子 1 1 の回折格子が波長選択性開口フィルタ 1 0（光源側）にあるが、対物レンズ 1 2 側に回折格子があっても同様の効果を得ることができる。

【 0 0 6 7 】

また、透光性のレンズの平面とは反対側の凹面（屈折面）上に回折格子を備えた回折光学素子を用いて対物レンズユニット 13 を構成してもよい。この場合は、凹面と回折格子との位置合わせが簡単になる。

【0068】

回折光学素子 11 の平凹レンズは、ガラス又はプラスチックなどからなっている。また、回折光学素子 11 の回折格子は、平凹レンズの平面上に、光軸を中心にして同心円状に、切削された環状溝又はフォトリソグラフィにより積層された凸の輪帯からなる。もしくは、ガラスモールドや樹脂成型により光軸を中心に同心円状に作製されている。

【0069】

この回折格子は、光軸を含んだ平面に現れる断面形状がブレード形状すなわち鋸歯状に形成されることが好ましい。鋸歯状断面の回折格子は、回折効率が他より高いので有利である。また、回折格子は、光軸を含んだ平面に現れる断面形状が階段状となるように形成されてもよい。階段状断面の回折格子は、鋸歯状断面の回折格子に次いで回折効率が高いので有利である。

【0070】

ここで、対物レンズ 12 は、第 1 光ビーム（青色光：波長 405 nm）が第 1 光ディスク 14 a（次世代高密度光ディスク：使用波長 405 nm、光透過層 0.1 mm）の情報記録面に対して収差が補正されるように設計しておく。

【0071】

回折光学素子 11 を通過後の第 1、第 2 及び第 3 光ビームの収束／発散度合い Φ_{outb} 、 Φ_{outr} 、 Φ_{outlr} はそれぞれ数式（1）のように表すことができる。

【0072】

【数 1】

$$\left. \begin{aligned} \Phi_{outb} &= \Phi_{inb} + \Phi_{HOEb} + \Phi_{Lb} \\ \Phi_{outr} &= \Phi_{inr} + \Phi_{HOEr} + \Phi_{Lr} \\ \Phi_{outlr} &= \Phi_{inlr} + \Phi_{HOElr} + \Phi_{Llr} \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

【0073】

ただし、 Φ_{inb} 、 Φ_{inr} 及び Φ_{inlr} は、それぞれ回折光学素子 11 に入射する第

1、第2及び第3光ビームの収束／発散度合いを表し、 Φ_{HOEb} 、 Φ_{HOEr} 及び Φ_{HOElr} は、第1、第2及び第3光ビームに対する回折光学素子11の回折面でのパワーを表し、 Φ_{Lb} 、 Φ_{Lr} 及び Φ_{LIr} は、第1、第2及び第3光ビームに対する回折光学素子11の屈折面でのパワーを表している。

【0074】

ここで、本明細書における収束／発散度合いや各面でのパワーの定義について図4を用いて説明する。図4は、屈折率 n の部材で作られた回折光学素子11を通過する光線の状態を、光軸に垂直な方向から見た断面図であり、物点Oからの光線が回折面Tで回折され、屈折面Sで屈折されている様子を表している。

【0075】

回折光学素子11に入射する収束／発散度合い（入射収束／発散度合い） Φ_{in} は、物点Oと、光軸が回折面Tに交わる点Aとの距離 s の逆数を表す。つまり、回折面Tの光軸との交点Aから距離 h 離れた回折面Tに角度 u で入射する光線の収束／発散度合いは数式（2）のように表すことができる。

【0076】

【数2】

$$\Phi_{in} = \frac{\tan u}{h} \quad \dots \quad (2)$$

【0077】

また、回折光学素子11から出射する収束／発散度合い（出射収束／発散度合い） Φ_{out} は、回折光学素子11通過後の光線と光軸とが交わる点O'と、屈折面Sとの距離 s' の逆数を表す。つまり、屈折面Sの頂点Bから距離 h' 離れた屈折面Sから u' の角度で出射する光線の収束／発散度合いは数式（3）のように表すことができる。

【0078】

【数 3】

$$\Phi_{out} = \frac{\tan u'}{h'} \dots (3)$$

【0 0 7 9】

なお、本明細書では、収束／発散度合いが負の値のときは発散光を、正の値のときは収束光を表す。また、本明細書では、 Φ_{in} や Φ_{out} に、第1光ビームに対する対物レンズ12の有効径 ϕ をかけた $\phi \times \Phi_{in}$ や $\phi \times \Phi_{out}$ により収束／発散度合いを表すこともある。

【0 0 8 0】

次に、屈折面Sのパワー Φ_{Lb} 、 Φ_{Lr} 、 Φ_{Llr} は、数式(4)のように表すことができる。なお、本明細書では、パワーが負の値のときは発散のパワーを、正の値のときは収束のパワーを表す。

【0 0 8 1】

【数 4】

$$\left. \begin{array}{l} \Phi_{Lb} = (1 - nb) / R \\ \Phi_{Lr} = (1 - nr) / R \\ \Phi_{Llr} = (1 - nlr) / R \end{array} \right\} \dots (4)$$

【0 0 8 2】

ここで、 nb 、 nr 、 nlr は、それぞれ第1、第2及び第3光ビームについての回折光学素子11の屈折率であり、 R は屈折面Sの曲率半径である。また、回折面Tのパワー Φ_{HOE} は、回折面Tの形状を表す光路差関数から求めることができる。なお、屈折面Sのパワーと回折面Tのパワー Φ_{HOE} とは、入射光線を屈折させる能力を表す値として、同等の意味をもつものである。

【0 0 8 3】

第1光ビームが平行光で対物レンズ12に入射し、第1光ディスク14aに対して無収差となる場合、第2及び第3光ディスク14b・14cに対して、光透過層の厚みの差により発生する球面収差を補正するのに必要な第2及び第3光ビ

ームの回折光学素子 11 通過後の収束／発散度合い（対物レンズに入射する収束／発散度合い）は一般的に、それぞれ数式（5）（6）の範囲であればよい。なお、数式（5）（6）における ϕ は第 1 光ビームに対する対物レンズ 12 の有効径を表す。

$$-0.16 \leq \phi \times \Phi_{\text{outr}} \leq -0.05 \quad \dots \quad (5)$$

$$-0.26 \leq \phi \times \Phi_{\text{outIr}} \leq -0.15 \quad \dots \quad (6)$$

本光ピックアップ 20 は、回折光学素子 11 を用いることで、数式（7）を満たすように設計されている。

$$|\Phi_{\text{outr}}| > |\Phi_{\text{inr}}|、かつ、|\Phi_{\text{outIr}}| > |\Phi_{\text{inIr}}| \quad \dots \quad (7)$$

これにより、発散度合いの絶対値が比較的小さい第 2 及び第 3 光ビームを対物レンズユニット 13 に入射させても、光透過層の厚さの違いにより発生する球面収差を補正するのに十分な発散度合いの光ビームを対物レンズ 12 に入射させることができるようになる。このように、発散度合いの絶対値が比較的小さい第 2 及び第 3 光ビームを対物レンズユニット 13 に入射させることができるので、トラッキングなどに伴い、第 1、第 2 及び第 3 光ビームに対して対物レンズユニット 13 がラジアル方向にシフトしたときの影響を小さくすることができる。なお、上記シフトを対物シフトともいう。また、ラジアル方向とは、入射する第 1、第 2 及び第 3 光ビームの光軸にほぼ直交する方向であり、図 3 においてはほぼ矢印 Z 方向である。

【0084】

上記数式（7）を満たすためには、回折面の形状を表す光路差関数や、第 1、第 2 及び第 3 光ビームの利用する回折次数、回折光学素子 11 へ入射する第 1、第 2 及び第 3 光ビームの収束／発散度合い、屈折面の曲率半径、回折光学素子 11 の屈折率から決まる。

【0085】

また、本光ピックアップ 20 では、 $\Phi_{\text{outb}} = 0$ であることが好ましい。これにより、波面収差の精度が最も厳しい短波長の第 1 光ビームを対物レンズ 12 に対して平行光で入射することができる。その結果、第 1 光ビームを使用する場合において、回折光学素子 11 と対物レンズ 12 との位置ずれに起因する収差の発生

を抑制することができる。

【 0 0 8 6 】

次に、回折光学素子 1 1 の回折面で回折した光ビームのうち、利用する光ビームの回折次数について説明する。ブレース化した回折格子の回折効率 η_m は、数式 (8) で求める事ができる。

【 0 0 8 7 】

【数 5】

$$\eta_m = \left| \frac{1}{T} \int_0^T A(x) \exp\{i \phi(x)\} \exp(-i \frac{2\pi m x}{T}) dx \right|^2 \quad \dots (8)$$

【 0 0 8 8 】

ここで、 m は回折次数、 $A(x)$ は透過振幅分布、 $\phi(x)$ は位相分布、 T は x 軸方向の周期の長さを示す。なお、以下の計算においては $A(x) = 1$ として規格化している。この数式 (8) を用いて、PC (ポリカーボネイト) 基板に回折格子を形成した場合の回折効率を具体的に計算した結果を図 5 示す。

【 0 0 8 9 】

図 5 において、 B_0 , B_1 , B_2 , R_0 , R_1 , R_2 , I_{r0} , I_{r1} , I_{r2} は、それぞれ第 1 光ビームの 0 次回折光、1 次回折光、2 次回折光、第 2 光ビームの 0 次回折光、1 次回折光、2 次回折光、第 3 光ビームの 0 次回折光、1 次回折光及び 2 次回折光の回折効率を表している。

【 0 0 9 0 】

本光ピックアップ 2 0 では、第 1 光ビームについては 2 次回折光を利用し、第 2 及び第 3 光ビームについてはそれぞれ 1 次回折光を利用するように設定している。これにより、第 1、第 2 及び第 3 光ビームそれぞれの利用効率を高めることができる。

【 0 0 9 1 】

具体的には回折光学素子の材料として PC の場合、図 5 より、回折格子の深さを約 $1.3 \mu m$ にすることで、第 1 光ビームをほぼ 1 0 0 % 利用可能であり、かつ、第 2 及び第 3 光ビームにおいても 9 0 % 以上で利用可能になる。これにより、高出力の光ビームが必要な情報の記録や消去を行う光ピックアップを容易に実

現できる。また、光源の出力を小さくできるため、消費電力を抑えることができる。さらに、利用回折光以外の不要光がほとんど発生することがないため、再生時に再生信号検出光学系 15 a 等の検出器に迷光が入射することを抑制し、再生信号の劣化を抑えることができる。

【0092】

次に、第 1、第 2 及び第 3 光ビームの回折光学素子 11 への入射収束／発散度合いの関係を図 6 に示す。図 6 は、第 1 光ビームの入射収束／発散度合い ($\phi \times \Phi_{inb}$) を変化させたときの、第 2 及び第 3 光ビームの入射収束／発散度合い ($\phi \times \Phi_{inr}$ 及び $\phi \times \Phi_{inIr}$) の変化を示している。

【0093】

ここで、第 1 光ビームの対物レンズ 12 への入射光（回折光学素子 11 からの出射光）は平行光 ($\phi \times \Phi_{outb} = 0$) としている。

【0094】

また、第 2 光ビームの対物レンズ 12 への入射光（回折光学素子 11 からの出射光）は発散光 $\phi \times \Phi_{outr} = -0.1$ とし、第 3 光ビームの対物レンズ 12 への入射光（回折光学素子 11 からの出射光）は発散光 $\phi \times \Phi_{outIr} = -0.2$ としている。これらの発散度合いは、第 2 及び第 3 光ビームをそれぞれ第 2 及び第 3 光ディスク 14 b・14 c に集光させるときに、第 1 光ディスク 14 a との光透過層の厚みの差により発生する球面収差を補正するのに必要な一般的な発散度合いの範囲として上述した、数式 (5) (6) のそれぞれほぼ中心値であり、補正するのにもっとも効果のある発散度合いである。

【0095】

また、ここでは回折光学素子 11 の回折面における利用する回折次数を第 1 光ビームは 2 次回折光、第 2 及び第 3 光ビームはそれぞれ 1 次回折光とし、回折光学素子 11 の屈折面の曲率半径は 5 mm で回折光学素子 11 の材料は PC を使用している。そして、回折光学素子 11 の回折面の形状を変化させることにより、第 1 光ビームの入射収束／発散度合いを変化させている。

【0096】

図 6 からわかるように、第 1 光ビームの入射収束／発散度合いと、第 2 及び第

3 光ビームの入射収束／発散度合いとは、ほぼ比例関係にある。また、第 3 光ビームの回折光学素子 1 1 への入射収束／発散度合いを負の値、つまり、第 3 光ビームを発散光で回折光学素子 1 1 へ入射させることにより、第 1 及び第 2 光ビームの回折光学素子 1 1 への入射収束／発散度合いの絶対値を比較的小さく抑えることができる。そして、特に第 1 光ビームの入射収束／発散度合いが 0 以上の範囲、つまり、第 1 光ビームを平行光又は収束光で回折光学素子 1 1 に入射させる場合において、第 2 及び第 3 光ビームの入射収束／発散度合いの絶対値が小さくなる。

【0 0 9 7】

したがって、例えば、回折光学素子 1 1 に対して第 1 及び第 2 光ビームがそれぞれ平行光及び発散光で入射するように設定することが好ましい。これにより、最も厳しい集光特性が要求される第 1 光ビームを回折光学素子 1 1 に対して平行光で入射させつつ、回折光学素子 1 1 に対して入射する第 2 及び第 3 光ビームの発散度合いを比較的小さくすることができる。その結果、対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフトによる集光特性の劣化をより効果的に抑えることができる。

【0 0 9 8】

あるいは、回折光学素子 1 1 に対して第 1 光ビームが収束光で入射し、第 2 光ビームが収束光、平行光又は発散光で入射するように設定することが好ましい。これにより、回折光学素子 1 1 に対して入射する第 1、第 2 及び第 3 光ビームの収束／発散度合いの絶対値を比較的小さくすることができる。その結果、対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフトによる集光特性の劣化をより効果的に抑えることができる。

【0 0 9 9】

これを具体的に検証した結果を図 7 に示す。図 7 は、対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフトのシフト量が $200\ \mu\text{m}$ であるときの、第 1 光ビームの回折光学素子 1 1 への入射発散度合いと波面収差との関係を示したものである。

【0 1 0 0】

本光ピックアップ 2 0 では、図 6 より、第 1 光ビームの回折光学素子 1 1 への

入射収束／発散度合いを数式 (9) の範囲とすることで、第 2 及び第 3 光ビームの回折光学素子 11 への入射収束／発散度合いがそれぞれ数式 (10) (11) を満たすようになる。

$$0 \leq \phi \times \Phi_{inb} \leq 0.11 \quad \dots \quad (9)$$

$$-0.048 \leq \phi \times \Phi_{inr} \leq 0.04 \quad \dots \quad (10)$$

$$-0.18 \leq \phi \times \Phi_{inIr} \leq -0.1 \quad \dots \quad (11)$$

の範囲にある。そして、この場合、図 7 に示すように、第 1、第 2 及び第 3 光ビーム全てについて波面収差を $0.04 \lambda_{rms}$ 以下に抑えることができる。

【0101】

また、この場合、図 6 からわかるように、上述した数式 (7) を満たすことになる。これにより、回折光学素子 11 に入射する第 2 及び第 3 光ビームの収束／発散度合いを小さくすることができ、トラッキングなどに伴う対物レンズユニット 13 のラジアル方向のシフトの影響を小さくすることができる。

【0102】

ここで、第 1、第 2 及び第 3 光ビームについての回折光学素子 11 のパワー $\Phi_b \cdot \Phi_r \cdot \Phi_{Ir}$ を数式 (12) のように定義する。つまり、回折光学素子 11 のパワーは、回折面のパワー (Φ_{HOE}) と屈折面のパワー (Φ_L) との和として定義する。

【0103】

【数 6】

$$\left. \begin{array}{l} \Phi_b = \Phi_{HOEb} + \Phi_{Lb} \\ \Phi_r = \Phi_{HOEr} + \Phi_{Lr} \\ \Phi_{Ir} = \Phi_{HOElr} + \Phi_{Llr} \end{array} \right\} \quad \dots \quad (12)$$

【0104】

上記数式 (1) 及び数式 (12) より、数式 (13) が成り立つ。

【0105】

【数 7】

$$\left. \begin{array}{l} \Phi b = \Phi_{outb} - \Phi_{inb} \\ \Phi r = \Phi_{outr} - \Phi_{inr} \\ \Phi Ir = \Phi_{outIr} - \Phi_{inIr} \end{array} \right\} \dots (13)$$

【0 1 0 6】

よって、 Φ_{in} の範囲を示す数式 (9) (10) (11) と、 Φ_{out} の範囲を示す $\Phi_{outb}=0$ 、及び数式 (5) (6) とより、本光ピックアップ 20 では、回折光学素子 11 のパワーがそれぞれ、数式 (14)、(15)、(16) を満たしていることになる。

$$-0.11 \leq \phi \times \Phi b \leq 0 \quad \dots (14)$$

$$-0.2 \leq \phi \times \Phi r \leq -0.002 \quad \dots (15)$$

$$-0.16 \leq \phi \times \Phi Ir \leq 0.03 \quad \dots (16)$$

これにより、対物レンズユニット 13 のラジアル方向のシフトの有無にかかわらず良好な波面収差を得ることができる。

【0 1 0 7】

また、回折光学素子 11 の回折面及び屈折面のそれぞれのパワーは、回折光学素子 11 のパワーが上記範囲内となる範囲で適宜設定することが可能であるが、本光ピックアップ 20 では回折面が正のパワー（収束型の回折面）をもち、屈折面が負のパワー（凹面）をもつ。これにより、後述するように、光源の波長がシフトした場合に発生する波面収差の増加量を低減することが可能になる。

【0 1 0 8】

ここで、第 1 光ビームの回折光学素子 11 への入射収束／発散度合い $\phi \times \Phi_{inb}=0$ （回折光学素子 11 に対し、第 1 光ビームを平行光で入射させる）とすることにより、波長が短いため集光特性がより厳しくなる第 1 光ビームに対しても、対物レンズユニット 13 のラジアル方向のシフトによる波面収差の劣化を小さくすることができる。さらに、 $\phi \times \Phi_{outb}=0$ （対物レンズ 12 に対し、第 1 光ビームを平行光で入射させる）とする場合には、第 1 光ビームの回折光学素子 11 のパワーは $\Phi b=0$ になるように設定される。この構成についての詳細は実施例 1 で説明する。

【0 1 0 9】

また、別の実施例として、第 1 光ビームの回折光学素子 1 1 への入射発散度合いを $\phi \times \Phi_{inb} = 0.06$ 程度（回折光学素子 1 1 に対し、第 1 光ビームを収束光で入射させる）とすると、ほぼ $\phi \times \Phi_{inr} = 0$ であり（ほぼ平行光入射）、ほぼ $\phi \times \Phi_{inIr} = -0.15$ （発散光入射）（図 6 参照）である。この場合、第 2 光ビームに対しても対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフトによる波面収差の劣化を小さくすることができる（図 7 参照）。この構成についての詳細は実施例 2 で説明する。

【0 1 1 0】

また、上記のように所定の収束／発散度合いの第 1、第 2 及び第 3 光ビームを回折光学素子 1 1 に入射することで、対物レンズユニット 1 3 がラジアル方向にシフトした場合でも波面収差の劣化を抑えられるが、回折光学素子 1 1 に発散光を入射したときに対物レンズユニット 1 3 がラジアル方向にシフトすることで発生するコマ収差が小さくなるように非球面レンズを光源と回折光学素子 1 1 の間に挿入することでさらに良好な波面収差を得ることができる。

【0 1 1 1】

【実施例】

〔実施例 1〕

本発明の第 1 の実施例について図 1, 8, 9 に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0 1 1 2】

本実施例は、集光特性がより厳しくなる第 1 光ビームに対して、対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフトの影響をほぼなくすることができるように、図 1 (a) (b) (c) に示すように、第 1 光ビームが回折光学素子 1 1 に入射するときの収束／発散度合い $\phi \times \Phi_{inb} = 0$ となる構成である。なお、ここでは、第 1 光ビームに対する有効径 $\phi = 3 \text{ mm}$ の対物レンズ 1 2 を使用した。

【0 1 1 3】

本実施例としては、第 1 光ビームに対しては平行光 $\phi \times \Phi_{inb} = 0$ で回折光学素子に入射し、回折光学素子 1 1 の回折面で 2 次回折光を利用し、第 2 光ビーム

に対しては発散光 $\phi \times \Phi_{inr} = -0.048$ で回折光学素子に入射し、回折光学素子 11 の回折面で 1 次回折光を利用し、さらに、第 3 光ビームに対しては発散 $\phi \times \Phi_{inIr} = -0.18$ で回折光学素子に入射し、回折光学素子 11 の回折面で 1 次回折光を利用する光ピックアップ 20 を作製した。

【0114】

回折光学素子 11 は、凹面と回折格子で構成されており、非球面の対物レンズ 12 の光源側に配置され、凹面は球面形状で曲率半径は 5 mm とした。

【0115】

ここで、凹面を球面状にすることにより凹面の作製が容易になる。また、非球面形状とすることで、対物レンズユニット 13 のラジアル方向のシフト特性をより改善することができる。

【0116】

本実施例の光ピックアップ 20 では、第 1 光ディスク 14 a に対しては、第 1 光ビームがこの回折光学素子 11 に平行光 $\phi \times \Phi_{inb} = 0$ で入射させ、回折面で 2 次回折方向（光軸に対して収束方向）に回折された光ビームが、凹面で発散方向に屈折されることにより、平行光で対物レンズ 12 に入射し、光透過層厚 0.1 mm の第 1 光ディスク 14 a 上に集光し、良好な集光特性が得られる。

【0117】

第 2 光ディスク 14 b に対しては、第 2 光ビームが回折光学素子 11 に発散光束 $\phi \times \Phi_{inr} = -0.048$ で入射させ、回折面で 1 次回折方向（光軸に対して収束方向）に回折された光ビームが、凹面で発散方向に屈折することにより、所定の発散度合いの光ビーム（本実施例では $\phi \times \Phi_{outr} = -0.1$ ）で対物レンズ 12 に入射し、光透過層厚 0.6 mm と厚い第 2 光ディスク 14 b に対して良好な集光特性を得ることができる。

【0118】

このとき、回折光学素子 11 を配置することで対物レンズ 12 に入射する発散度合いより小さな発散度合いの光ビームを対物レンズユニット 13 に入射することが可能になり、対物レンズユニット 13 のラジアル方向のシフトに対する影響を小さくすることができる。

【0119】

また、第3光ディスク14cの場合、第3光ビームが回折光学素子11に発散光束 $\phi \times \Phi_{inIr} = -0.18$ で入射した場合、回折面で1次回折方向（光軸に対して収束方向）に回折された光ビームが、凹面で発散方向に屈折することにより、所定の発散度合いの光ビーム（本実施例では $\phi \times \Phi_{outIr} = -0.2$ ）で対物レンズ12に入射し、光透過層厚1.2mmと厚い第3光ディスク14cに対して良好な集光特性を得ることができる。

【0120】

このとき、回折光学素子11を配置することで対物レンズ12に入射する発散度合いより小さな発散度合いの光ビームを対物レンズユニット13に入射することが可能になり、対物レンズユニット13のラジアル方向のシフトに対する影響を小さくすることができる。

【0121】

本実施例として作製した光ピックアップ20を用いて第1、第2及び第3光ビームをそれぞれ第1、第2及び第3光ディスク14a・14b・14cに集光させた場合の、対物レンズユニット13のラジアル方向のシフト（対物シフト）のシフト量に対する像面での波面収差 λ_{rms} の変化を図8（a）（b）（c）に実線で示す。また、比較のために作製した光ピックアップ（比較例1a）を用いた場合を図8（a）（b）（c）に破線で示す。なお、図8（a）は第1光ビームを第1光ディスク14aに集光した結果であり、図8（b）は第2光ビームを第2光ディスク14bに集光した結果であり、図8（c）は第3光ビームを第3光ディスク14cに集光した結果である。

【0122】

比較例1aは、第1光ビームを対物レンズに対して平行光で入射させ、第2及び第3光ビームについては光透過層厚の差による球面収差を補正するために所定の発散光を対物レンズに入射させ、その発散光の光路中に対物レンズのシフト特性の悪化を防ぐために非球面のレンズを挿入し、波面収差が最適となるように作製したものである。

【0123】

図8 (a) からわかるように、本実施例の光ピックアップ20を用いることにより、第1光ディスク14aに良好な集光スポットを形成することができる。

【0124】

また、図8 (b) からわかるように、本実施例の光ピックアップ20を用いることにより、第2光ディスク14bに良好な集光スポットを形成することができる。比較例1aと比較すると、第2光ビームを発散光で回折光学素子11に入射させることにより発生する、対物レンズユニット13のラジアル方向のシフトの影響が大きくなっている部分もあるが、波面収差の劣化度合いは小さく抑えられている。ここで、より対物レンズユニット13のラジアル方向のシフトの影響を抑えるために、光源と回折光学素子11との間のレンズ面を非球面としている。

【0125】

また、図8 (c) からわかるように、本実施例の光ピックアップ20を用いることにより、第3光ディスク14cに良好な集光スポットを形成することができる。本実施例の光ピックアップ20において、第3光ビームを発散光で回折光学素子11に入射させることにより発生する、対物レンズユニット13のラジアル方向のシフトによる影響を、比較例1aと比較して低減することができる。ここで、より対物レンズユニット13のラジアル方向のシフトの影響を抑えるために、光源と回折光学素子11との間のレンズ面を非球面としている。

【0126】

このように、本実施例の光ピックアップ20では、第1光ビームについては比較例1aと同等、第3光ビームについては比較例1aより良好な波面収差を得ることができる。また、第2光ビームについては、対物レンズユニット13のラジアル方向のシフトのシフト量によっては比較例1aより波面収差が劣化する場合もあるが、劣化の程度は小さく抑えることができる。

【0127】

次に、本実施例の光ピックアップ20を用いて第1光ビームを第1光ディスク14aに集光させた場合の、第1光ビームの波長のシフトに対する波面収差 λ_{rms} の変化を図9に実線で示す。また、比較のために作製した第1光ディスク14a専用の光ピックアップ（比較例1b）を用いた場合を図9に破線で示す。比

較例 1 b は、本実施例の光ピックアップ 2 0 における対物レンズ 1 2（第 1 光ビーム専用の対物レンズ 1 2）単体で対物レンズユニットを構成したものである。ここで、各波長における波面収差の値は、波面収差が最小となる波長における最良像点の位置での値である。

【0 1 2 8】

図 9 からわかるように、本実施例の光ピックアップ 2 0 では、比較例 1 b よりも使用可能な波長範囲が広い。これは、本実施例の光ピックアップ 2 0 の回折光学素子 1 1 が収束型の回折格子及び平凹レンズで構成されているためであり、これにより第 1 光ビーム専用の対物レンズを単体で用いる場合よりも波長依存特性を改善することができる。

【0 1 2 9】

一般的に、次世代高密度光ディスクで使用する高 N A の対物レンズは屈折率の高い硝材を使用しているため、波長依存性が大きく、そのためモードホップなどのようなアクチュエーターが追従できない波長変動に対して焦点位置が大きくずれてしまい良好なスポットを形成することが困難である。しかし、本実施例の光ピックアップ 2 0 を用いれば、モードホップなどによる波長変動が生じてても、良好な集光スポットを形成することができる。

【0 1 3 0】

さらに、図 5 からわかるように、本実施例の光ピックアップ 2 0 における回折光学素子 1 1 の回折面は第 1 光ビームに対しては 2 次回折光を、第 2 及び第 3 光ビームに対しては 1 次回折光を利用しているため、第 1、第 2 及び第 3 光ビームのすべてに対して 9 0 % 以上の効率で光の利用が可能となる回折格子の深さを設定できる。このため、高出力の光ビームが必要な情報の記録や消去を行う光ピックアップを容易に実現できる。また、光源の出力を小さくできるため、消費電力を抑えることができる。さらに、利用回折光以外の不要光が検出器に入射するのを抑えることができるので信号の劣化が抑えられる。

【0 1 3 1】

〔実施例 2〕

本発明の第 2 の実施例について図 2， 1 0 ～ 1 3 に基づいて説明すれば、以下

の通りである。

【0 1 3 2】

本実施例は、図 2 (a) (b) (c) に示すように、第 1 光ビームが回折光学素子 1 1 に入射するときの収束度合い $\phi \times \Phi_{inb} = 0.06$ となる構成である。なお、実施例 1 と同様に、第 1 光ビームの有効径 $\phi = 3 \text{ mm}$ の対物レンズ 1 2 を使用した。

【0 1 3 3】

本実施例としては、第 1 光ビームに対しては収束光 $\phi \times \Phi_{inb} = 0.06$ で回折光学素子 1 1 に入射し、回折光学素子 1 1 の回折面で 2 次回折光を利用し、第 2 光ビームに対してはほぼ平行光 $\phi \times \Phi_{inr} = 0$ で回折光学素子 1 1 に入射し、回折光学素子 1 1 の回折面で 1 次回折光を利用し、さらに、第 3 光ビームに対しては発散 $\phi \times \Phi_{inlr} = -0.15$ で回折光学素子 1 1 に入射し、回折光学素子 1 1 の回折面で 1 次回折光を利用する光ピックアップ 2 0 を作製した。

【0 1 3 4】

回折光学素子 1 1 は、凹面と回折格子で構成されており、非球面の対物レンズ 1 2 の光源側に配置され、凹面は球面形状で曲率半径は 5 mm とした。

【0 1 3 5】

ここで、凹面を作製が容易な球面形状としたが、対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフト特性をより改善するために非球面形状としてもよい。

【0 1 3 6】

本実施例の光ピックアップ 2 0 では、第 1 光ディスク 1 4 a に対しては、第 1 光ビームがこの回折光学素子 1 1 に収束光 $\phi \times \Phi_{inb} = 0.06$ で入射させ、回折面で 2 次回折方向（光軸に対して収束方向）に回折された光ビームが、凹面で発散方向に屈折されることにより、平行光で対物レンズ 1 2 に入射し、光透過層厚 0.1 mm の第 1 光ディスク 1 4 a 上に集光し、良好な集光特性が得られる。

【0 1 3 7】

第 2 光ディスク 1 4 b に対しては、第 2 光ビームが回折光学素子 1 1 にほぼ平行光 $\phi \times \Phi_{inr} = 0$ で入射させ、回折面で 1 次回折方向（光軸に対して収束方向）に回折された光ビームが、凹面で発散方向に屈折することにより、所定の発散

度合いの光ビーム（本実施例では $\phi \times \Phi_{\text{outr}} = -0.1$ ）で対物レンズ 1 2 に入射し、光透過層厚 0.6 mm と厚い第 2 光ディスク 1 4 b に対して良好な集光特性を得ることができる。

【0 1 3 8】

このとき、回折光学素子 1 1 を配置することで対物レンズ 1 2 に発散光を入射させ、かつ、対物レンズユニット 1 3 に平行光を入射させることが可能になり、対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフトに対する影響を小さくすることができる。

【0 1 3 9】

また、第 3 光ディスク 1 4 c の場合、第 3 光ビームが回折光学素子 1 1 に発散光束 $\phi \times \Phi_{\text{inIr}} = -0.15$ で入射した場合、回折面で 1 次回折方向（光軸に対して収束方向）に回折された光ビームが、凹面で発散方向に屈折することにより、所定の発散度合いの光ビーム（本実施例では $\phi \times \Phi_{\text{outIr}} = -0.2$ ）で対物レンズに入射し、光透過層厚 1.2 mm と厚い第 3 光ディスク 1 4 c に対して良好な集光特性を得ることができる。

【0 1 4 0】

このとき、回折光学素子 1 1 を配置することで対物レンズ 1 2 に入射する発散度合いより小さな発散度合いの光ビームを対物レンズユニット 1 3 に入射することが可能になり、対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフトに対する影響を小さくすることができる。

【0 1 4 1】

本実施例として作製した光ピックアップ 2 0 を用いて第 1、第 2 及び第 3 光ビームをそれぞれ第 1、第 2 及び第 3 光ディスク 1 4 a・1 4 b・1 4 c に集光させた場合の、対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフト（対物シフト）のシフト量に対する像面での波面収差 λ_{rms} の変化を図 1 0（a）（b）（c）に実線で示す。また、比較のために作製した光ピックアップ（比較例 2 a）を用いた場合を図 1 0（a）（b）（c）に破線で示す。なお、図 1 0（a）は第 1 光ビームを第 1 光ディスク 1 4 a に集光した結果であり、図 1 0（b）は第 2 光ビームを第 2 光ディスク 1 4 b に集光した結果であり、図 1 0（c）は第 3 光ビ

ームを第3光ディスク14cに集光した結果である。

【0142】

比較例2aは、第1光ビームを対物レンズに対して平行光で入射させ、第2及び第3光ビームについては光透過層厚の差による球面収差を補正するために所定の発散光を対物レンズに入射させ、その発散光の光路中に対物レンズのシフト特性の悪化を防ぐために非球面のレンズを挿入し、波面収差が最適となるように作製したものである。なお、比較例2aは上記比較例1aと同一のものである。

【0143】

図10(a)からわかるように、本実施例の光ピックアップ20を用いることにより、対物レンズユニット13のラジアル方向のシフトによる影響を抑え、第1光ディスク14aに良好な集光スポットを形成することができる。

【0144】

また、図10(b)からわかるように、本実施例の光ピックアップ20を用いることにより、第2光ビームをほぼ平行光で回折光学素子11に入射させるため、対物レンズユニット13のラジアル方向のシフトによる影響を、比較例2aと比較して低減することができる。

【0145】

また、図10(c)からわかるように、本実施例の光ピックアップ20を用いることにより、第3光ビームを発散光で回折光学素子11に入射させることにより発生する、対物レンズユニット13のラジアル方向のシフトによる影響を、比較例2aと比較して低減することができる。ここで、より対物レンズユニット13のラジアル方向のシフトの影響を抑えるために、光源と回折光学素子11との間のレンズ面を非球面としている。

【0146】

このように、本実施例の光ピックアップ20では、比較例2aと比較して、第1、第2及び第3光ディスク14a・14b・14cに対する波面収差を低減することができる。

【0147】

次に、本実施例の光ピックアップ20を用いて第1光ビームを第1光ディスク

1 4 a に集光させた場合の、第 1 光ビームの波長のシフトに対する波面収差 λ_{rms} の変化を図 1 1 に実線で示す。また、比較のために作製した第 1 光ディスク 1 4 a 専用の光ピックアップ（比較例 2 b、比較例 1 b と同じ）を用いた場合を図 1 1 に破線で示す。比較例 2 b は、本実施例の光ピックアップ 2 0 における対物レンズ 1 2 （第 1 光ビーム専用の対物レンズ 1 2）単体で対物レンズユニットを構成したものである。ここで、各波長における波面収差の値は、波面収差が最小となる波長における最良像点の位置での値である。

【0 1 4 8】

図 1 1 からわかるように、本実施例の光ピックアップ 2 0 では、比較例 2 b よりも使用可能な波長範囲が広い。これは、本実施例の光ピックアップ 2 0 の回折光学素子 1 1 が収束型の回折格子及び平凹レンズで構成されているためであり、これにより第 1 光ビーム専用の対物レンズを単体で用いる場合よりも波長依存特性を改善することができる。また、本実施例の光ピックアップ 2 0 でも、モードホップなどによる波長変動が生じて、良好な集光スポットを形成することができる。

【0 1 4 9】

さらに、図 5 からわかるように、本実施例の光ピックアップ 2 0 における回折光学素子 1 1 の回折面は第 1 光ビームに対しては 2 次回折光、第 2 及び第 3 光ビームに対しては 1 次回折光を利用しているため、第 1、第 2 及び第 3 光ビームのすべてに対して 9 0 % 以上の効率で光の利用が可能となる回折格子の深さを設定できる。このため、高出力の光ビームが必要な情報の記録や消去を行う光ピックアップを容易に実現できる。また、光源の出力を小さくできるため、消費電力を抑えることができる。さらに、利用回折光以外の不要光が検出器に入射するのを抑えることができるので信号の劣化が抑えられる。

【0 1 5 0】

ここで、第 1 光ビームを回折光学素子に $\phi \times \Phi_{inb} = 0.06$ の収束／発散度合いで入射させたときの、第 1 光ビームに対する回折光学素子 1 1 の屈折面のパワーと、回折面における最小格子ピッチとの関係を図 1 2 に示す。屈折面が凹面の場合を実線で示し、屈折面が凸面の場合を破線で示している。図 1 2 に示すよ

うに、屈折面を凹面とし、かつ、屈折面のパワーの絶対値を小さくした方が、回折面の最小ピッチを大きくすることができる。回折面の最初ピッチが大きくなると、回折光学素子 1 1 の作成を容易になる。また、回折面と屈折面との偏芯により発生する収差を低減することが可能になる。

【0 1 5 1】

また、第 1 光ビームを回折光学素子に $\phi \times \Phi_{inb} = 0.06$ の収束／発散度合いで入射させたときの、第 1 光ビームに対する回折光学素子 1 1 の屈折面のパワーと、対物レンズユニット 1 3 のラジアル方向のシフト（対物シフト）のシフト量が $200 \mu m$ である場合の波面収差との関係を図 1 3 に示す。図 1 3 からわかるように、回折光学素子 1 1 の屈折面のパワーが -0.1 を下回ると、急激に波面収差が悪化する。このため屈折面のパワーは -0.1 以上にすることが好ましい。

【0 1 5 2】

【発明の効果】

以上のように、本発明の光ピックアップは、入射する第 1、第 2 及び第 3 光ビームの光軸にほぼ直交する方向に移動可能であり、この第 1、第 2 及び第 3 光ビームをそれぞれ第 1、第 2 及び第 3 記録媒体の各情報記録面に対して集光する対物レンズと、対物レンズに対して第 1、第 2 及び第 3 光ビームの入射側に、対物レンズと一体となって移動可能に設けられており、第 1、第 2 及び第 3 光ビームを回折させ、かつ、屈折させて所定回折次数の第 1、第 2 及び第 3 光ビームを対物レンズに入射させる回折光学素子とを備え、回折光学素子は、対物レンズに対して第 2 及び第 3 光ビームを発散光で入射させるとともに、第 2 及び第 3 光ビームについて、回折光学素子に入射する収束／発散度合いをそれぞれ Φ_{inr} 及び Φ_{inIr} とし、対物レンズに入射する発散度合いをそれぞれ Φ_{outr} 及び Φ_{outIr} とすると、

$$|\Phi_{inr}| < |\Phi_{outr}|、かつ、|\Phi_{inIr}| < |\Phi_{outIr}|$$

を満たす構成である。

【0 1 5 3】

上記構成では、第 2 及び第 3 光ビームを対物レンズに発散光として入射させる

際に、対物レンズと一体となって移動可能に設けられた回折光学素子を用いる。そして、この回折光学素子は、回折光学素子に入射する第 2 及び第 3 光ビームよりも、回折光学素子から出射する第 2 及び第 3 光ビームの方が、収束／発散度合いの絶対値が大きくなるようにする。

【0 1 5 4】

これにより、球面収差の増大抑制効果を十分に得つつ、対物レンズと回折光学素子とからなるユニット（対物レンズユニット）に対して入射させる第 2 及び第 3 光ビームの収束／発散度合いの絶対値を小さくする、つまり、平行光に近づけることが可能になる。その結果、上記構成では、回折光学素子を用いない場合と比較して、上記対物レンズユニットのラジアル方向の移動（対物シフト）による集光特性の劣化を抑制することができる。

【0 1 5 5】

このように、上記の構成では、1 つの対物レンズを用いて、異なる光透過層厚の記録媒体に対して良好な集光スポットを形成し、情報の記録又は再生が可能になるとともに、対物レンズユニットのラジアル方向の移動によっても集光特性が大きく劣化するのを抑えることができるという効果を奏する。

【0 1 5 6】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、回折光学素子は、対物レンズに対して第 1 光ビームを平行光で入射させることが好ましい。

【0 1 5 7】

上記構成では、最も厳しい集光特性が要求される短波長の第 1 光ビームを対物レンズに対して平行光で入射させることにより、第 1 光ビームの使用における回折光学素子と対物レンズとの位置ずれによる収差の発生を抑制することができる。

【0 1 5 8】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、回折光学素子は、第 1 光ビームの 2 次回折光、第 2 光ビームの 1 次回折光、及び第 3 光ビームの 1 次回折光をそれぞれ対物レンズに入射させ、回折光学素子では、第 1 光ビームについては 2 次回折光の回折効率が最も高く、第 2 光ビームについては 1 次回折光の回折効率

が最も高く、第 3 光ビームについては 1 次回折光の回折効率が最も高いことが好ましい。

【 0 1 5 9 】

上記構成では、第 1、第 2 及び第 3 光ビーム全ての回折効率を向上させることができる。これにより、各光ビームの光源の出力を小さくできるため、光源での消費電力を抑えることができる。上記構成は、高出力なビームが必要となる情報の記録や消去を行う光ピックアップに特に有効である。特に、回折光学素子では、第 1 光ビームについては 2 次回折光の回折効率が 9 0 % 以上であることが好ましい。

【 0 1 6 0 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、回折光学素子に対して第 3 光ビームが発散光で入射することが好ましい。

【 0 1 6 1 】

上記構成では、球面収差の増大を抑えるために、最も発散度合いの大きくする必要がある第 3 光ビームを、回折光学素子に対して発散光で入射させることにより、回折光学素子に入射させる第 1 及び第 2 光ビームの発散度合いが大きくなるのを防ぐことができる。

【 0 1 6 2 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、回折光学素子に対して第 1 及び第 2 光ビームがそれぞれ平行光及び発散光で入射することが好ましい。

【 0 1 6 3 】

上記構成では、回折光学素子に対して第 1 光ビームを平行光で入射させつつ、回折光学素子に対して入射する第 2 及び第 3 光ビームの発散度合いを比較的小さくすることができる。その結果、対物レンズユニットのラジアル方向の移動による集光特性の劣化をより効果的に抑えることができる。

【 0 1 6 4 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、回折光学素子に対して第 1 光ビームが収束光で入射し、第 2 光ビームが収束光、平行光又は発散光で入射することが好ましい。

【0 1 6 5】

上記構成では、回折光学素子に対して入射する第1、第2及び第3光ビームの収束／発散度合いの絶対値を比較的小さくすることができる。その結果、対物レンズユニットのラジアル方向の移動による集光特性の劣化をより効果的に抑えることができる。

【0 1 6 6】

例えば、第1光ビームに対する対物レンズの有効径を ϕ とすると、回折光学素子に入射する第1、第2及び第3光ビームの収束／発散度合いは、

$$0 \leq \phi \times \Phi_{inb} \leq 0.11、$$

$$-0.048 \leq \phi \times \Phi_{inr} \leq 0.04、かつ、$$

$$-0.18 \leq \phi \times \Phi_{inIr} \leq -0.1$$

を満たすことが好ましい。

【0 1 6 7】

言い換えれば、第1、第2及び第3光ビームに対する回折光学素子のパワーをそれぞれ Φ_b 、 Φ_r 、 Φ_{Ir} とすると、

$$-0.11 \leq \phi \times \Phi_b \leq 0、$$

$$-0.2 \leq \phi \times \Phi_r \leq -0.002、かつ、$$

$$-0.16 \leq \phi \times \Phi_{Ir} \leq 0.03$$

を満たすことが好ましい。

【0 1 6 8】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、回折光学素子は、収束型の回折面、及び凹面の屈折面を備えることが好ましい。

【0 1 6 9】

上記構成では、第1記録媒体専用の光ピックアップよりも使用可能な波長範囲が広くなり、第1記録媒体専用の対物レンズを単体で用いる場合よりも波長依存特性を改善することができる。したがって、上記構成では、モードホップなどによる波長変動が生じてても、良好な集光特性を保つことができる。また、回折光学素子の回折面の最小ピッチを広げることができ、回折光学素子の作成を容易にすることができる。

【 0 1 7 0 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、回折光学素子の屈折面は、球面であることが好ましい。

【 0 1 7 1 】

上記構成では、回折光学素子の作成が容易になり、安価な光ピックアップを提供することができる。

【 0 1 7 2 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、第 1 光ビームに対する回折光学素子の屈折面のパワーは、 -0.1 以上であることが好ましい。

【 0 1 7 3 】

上記の構成では、対物レンズユニットのラジアル方向の移動による集光特性の劣化をより効果的に抑えることができる。

【 0 1 7 4 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、回折光学素子の回折面は、屈折面上に形成されていることが好ましい。

【 0 1 7 5 】

上記構成では、回折光学素子の屈折面と回折面との位置合わせが不要になり、回折光学素子の作成を容易にすることができる。

【 0 1 7 6 】

本発明の光ピックアップは、上記構成において、回折光学素子の回折面には、鋸歯状又は階段状の回折格子が形成されていることが好ましい。

【 0 1 7 7 】

上記構成では、回折光学素子における各光ビームの回折効率を向上させることができる。これにより、各光ビームの光源の出力を小さくできるため、光源での消費電力を抑えることができる。上記構成は、高出力なビームが必要となる情報の記録や消去を行う光ピックアップに特に有効である。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の実施の一形態に係る光ピックアップにおける光ビームの収束／発散度

合いの一実施例を示す断面図であり、(a) ~ (b) はそれぞれ青色光、赤色光及び赤外光の場合を示す断面図である。

【図 2】

本発明の実施の一形態に係る光ピックアップにおける光ビームの収束／発散度合いの他の実施例を示す断面図であり、(a) ~ (c) はそれぞれ青色光、赤色光及び赤外光の場合を示す断面図である。

【図 3】

本発明の実施の一形態に係る光ピックアップの概略構成を示す構成図である。

【図 4】

図 3 の光ピックアップに備わる回折光学素子の回折面及び屈折面のパワー、並びに回折光学素子前後における光ビームの収束／発散度合いを説明するための断面図である。

【図 5】

図 3 の光ピックアップに備わる回折光学素子の回折格子の深さと、各回折次数についての回折効率との関係を示すグラフである。

【図 6】

図 3 の光ピックアップに備わる回折光学素子へ入射する第 1 光ビームの収束／発散度合いと、第 2 及び第 3 光ビームの収束／発散度合いとの関係を示すグラフである。

【図 7】

図 3 の光ピックアップに備わる回折光学素子へ入射する第 1 光ビームの収束／発散度合いと、第 1、第 2 及び第 3 光ビームの波面収差との関係を示すグラフである。

【図 8】

図 1 に示す実施例と比較例とについて、対物シフトのシフト量と波面収差との関係を比較するグラフであり、(a) ~ (c) はそれぞれ青色光、赤色光及び赤外光の場合を示すグラフである。

【図 9】

図 1 に示す実施例において、青色光の波長シフトと波面収差との関係を示すグ

ラフである。

【図 1 0】

図 2 に示す実施例と比較例とについて、対物シフトのシフト量と波面収差との関係を比較するグラフであり、(a) ~ (c) はそれぞれ青色光、赤色光及び赤外光の場合を示すグラフである。

【図 1 1】

図 2 に示す実施例において、青色光の波長シフトと波面収差との関係を示すグラフである。

【図 1 2】

図 2 に示す実施例において、回折光学素子の屈折面のパワーと回折格子の最小ピッチとの関係を示すグラフである。

【図 1 3】

図 2 に示す実施例において、回折光学素子の屈折面のパワーと、対物シフトのシフト量が $200\text{ }\mu\text{m}$ のときの青色光の波面収差との関係を示すグラフである。

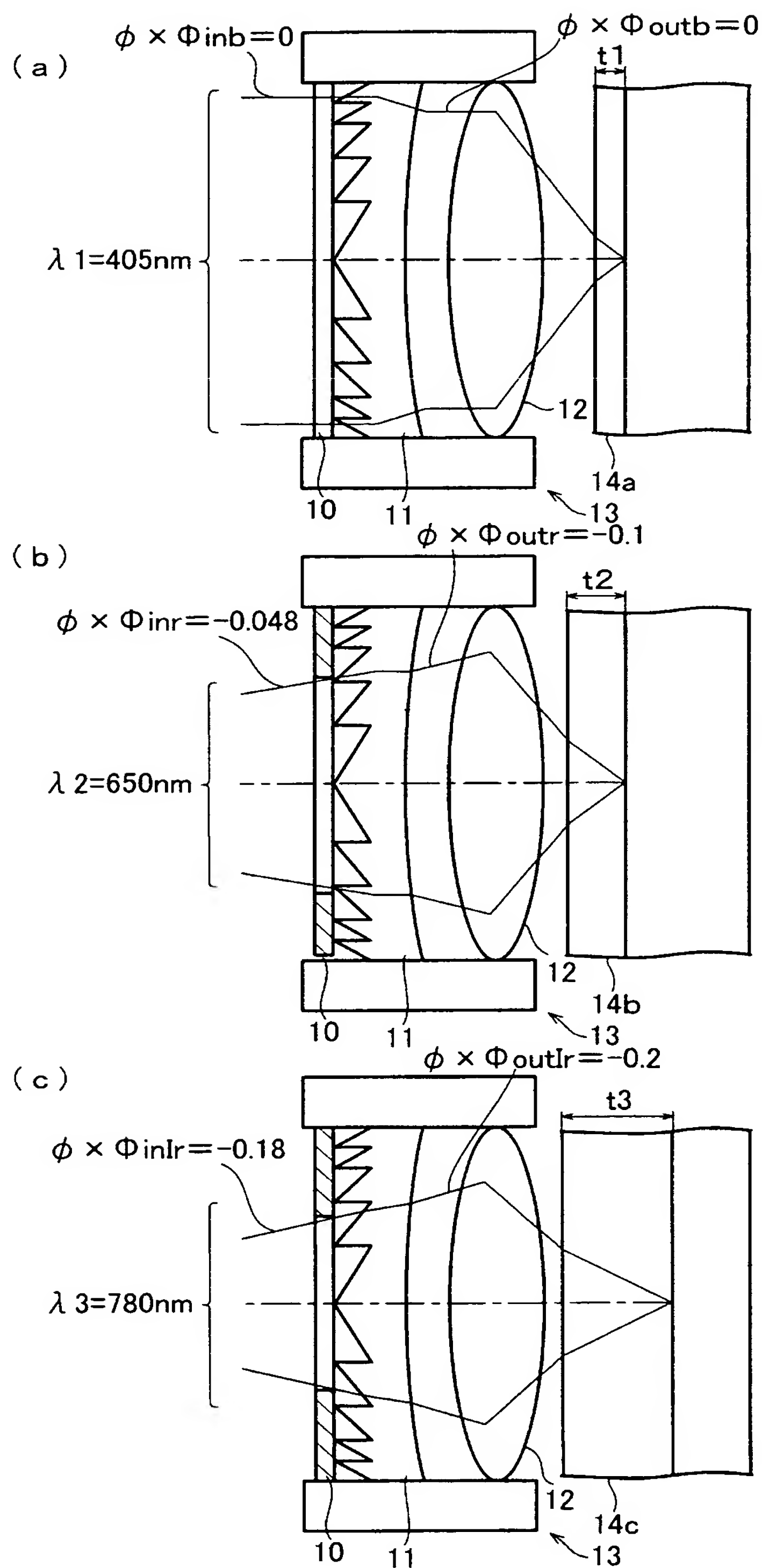
【符号の説明】

- 1 a 半導体レーザ
- 1 b 半導体レーザ
- 1 c 半導体レーザ
- 2 a コリメータレンズ
- 2 b コリメータレンズ
- 2 c 補正レンズ
- 3 a 整形光学系
- 3 b 整形光学系
- 4 a ビームスプリッタ
- 4 b ビームスプリッタ
- 4 c ビームスプリッタ
- 5 ダイクロミラー
- 6 球面収差補償系
- 7 ダイクロミラー

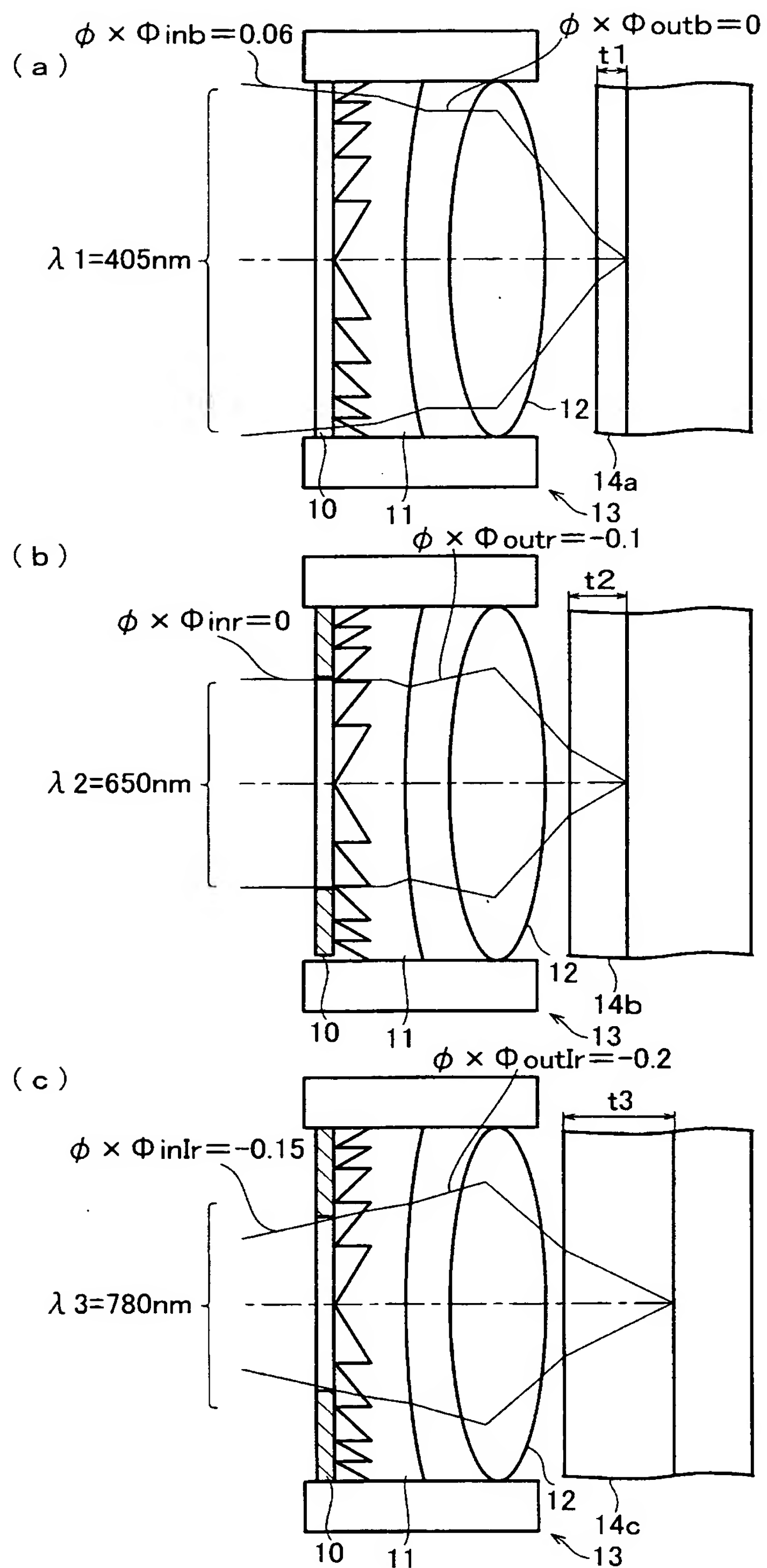
- 8 1 / 4 波長板
- 9 ミラー
- 1 0 波長選択性開口フィルタ
- 1 1 回折光学素子
- 1 2 対物レンズ
- 1 3 対物レンズユニット
- 1 4 a 第 1 光ディスク
- 1 4 b 第 2 光ディスク
- 1 4 c 第 3 光ディスク
- 1 5 a 再生信号検出光学系
- 1 5 b 再生信号検出光学系
- 1 5 c 再生信号検出光学系
- 1 6 a 第 1 光学系
- 1 6 b 第 2 光学系
- 1 6 c 第 3 光学系

【書類名】 図面

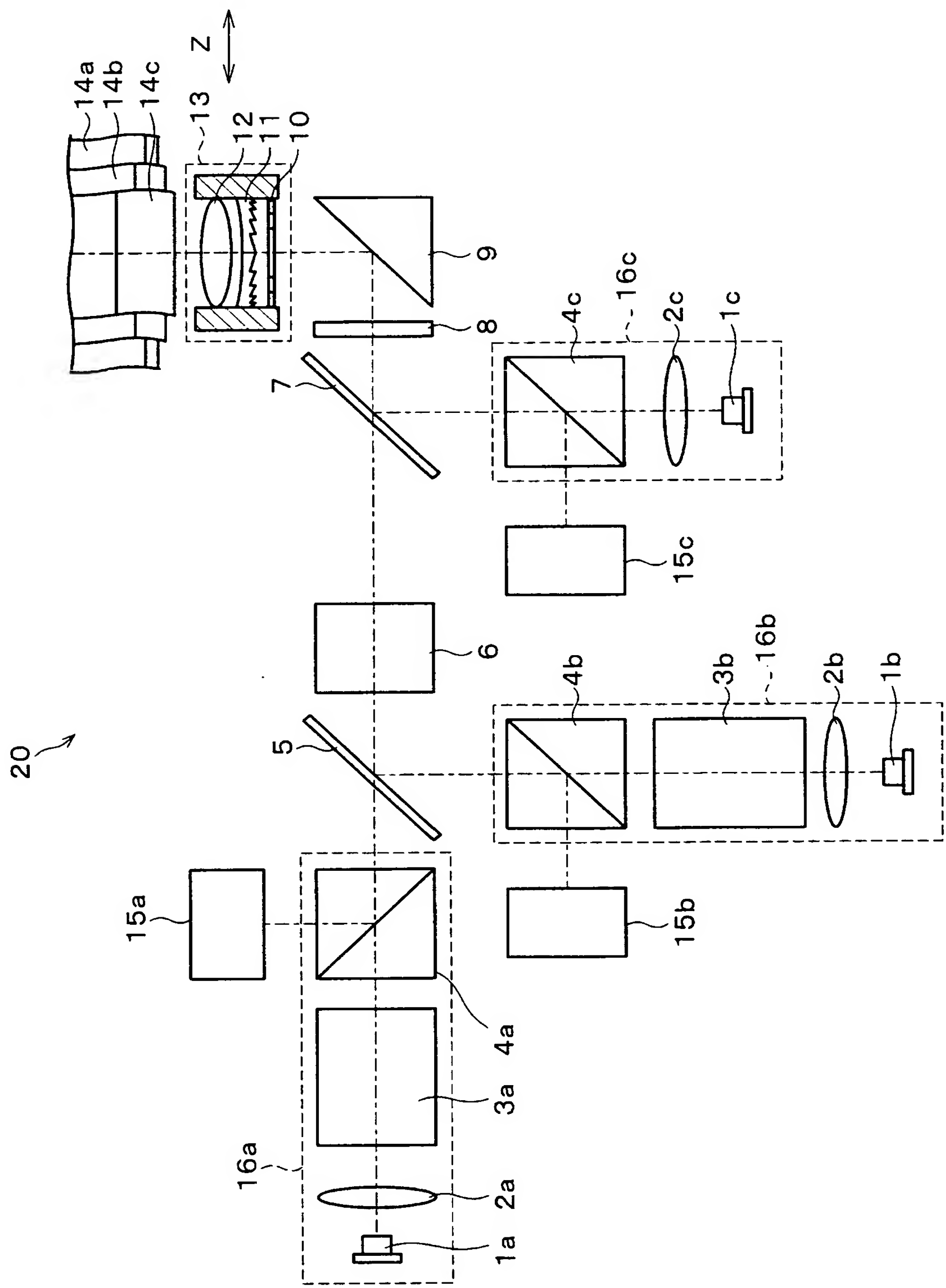
【図 1】



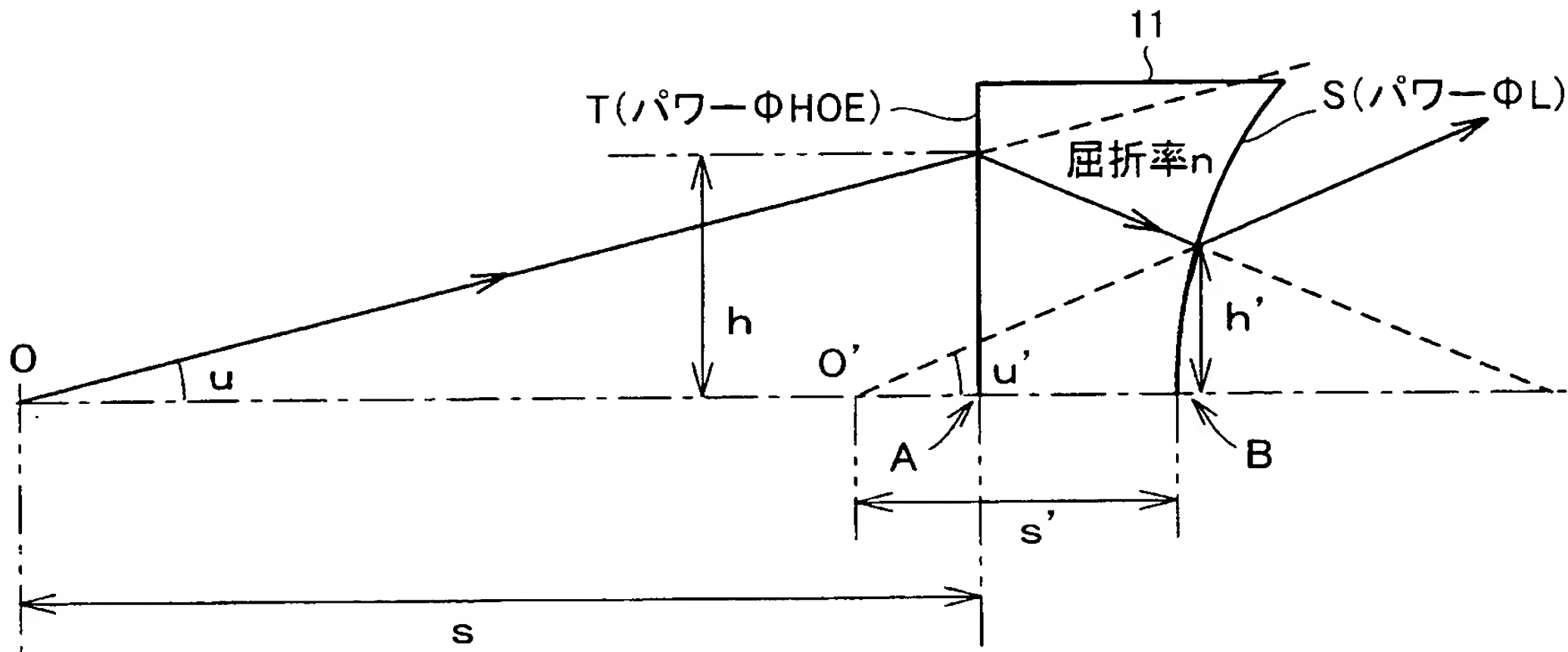
【図 2】



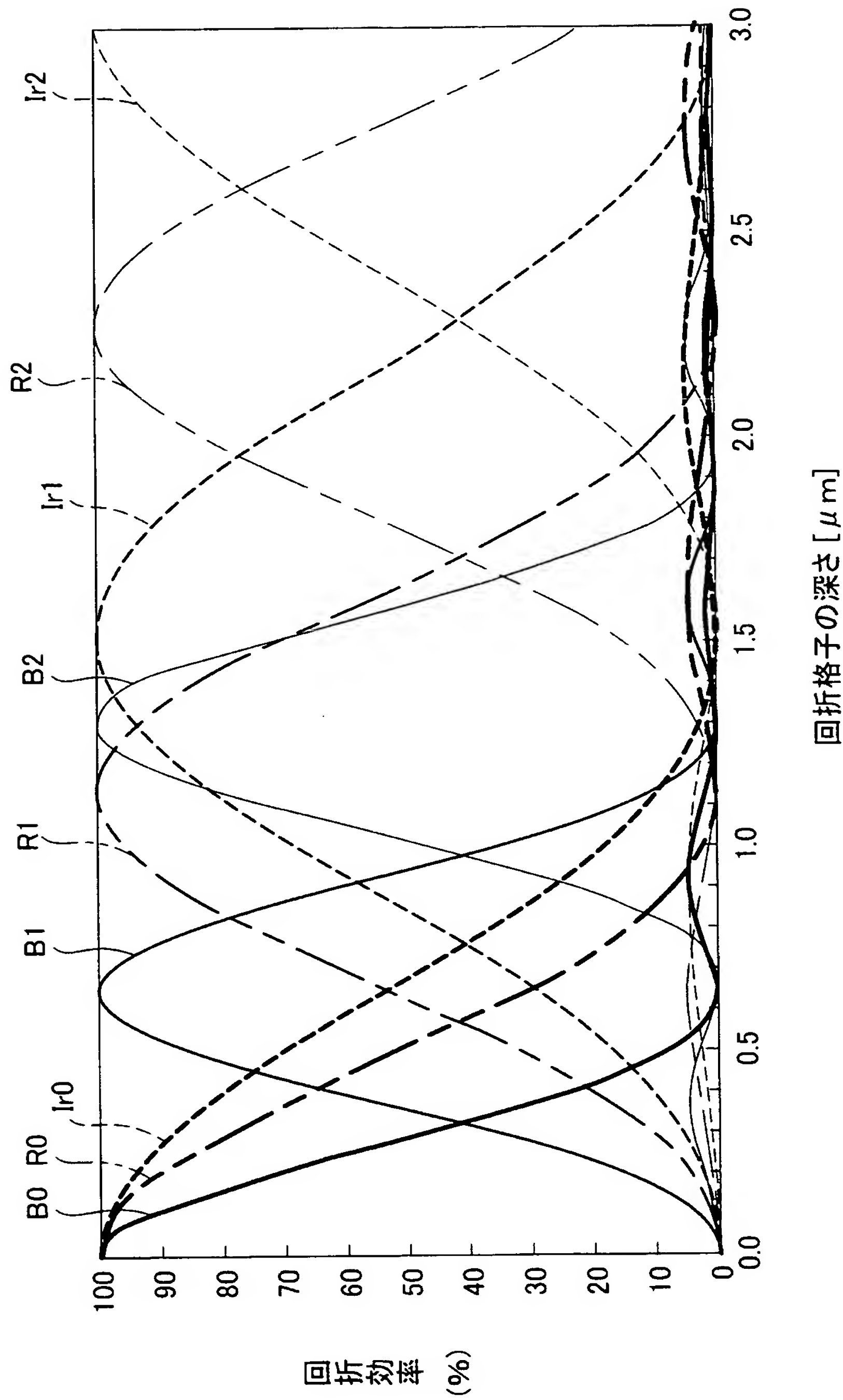
【図 3】



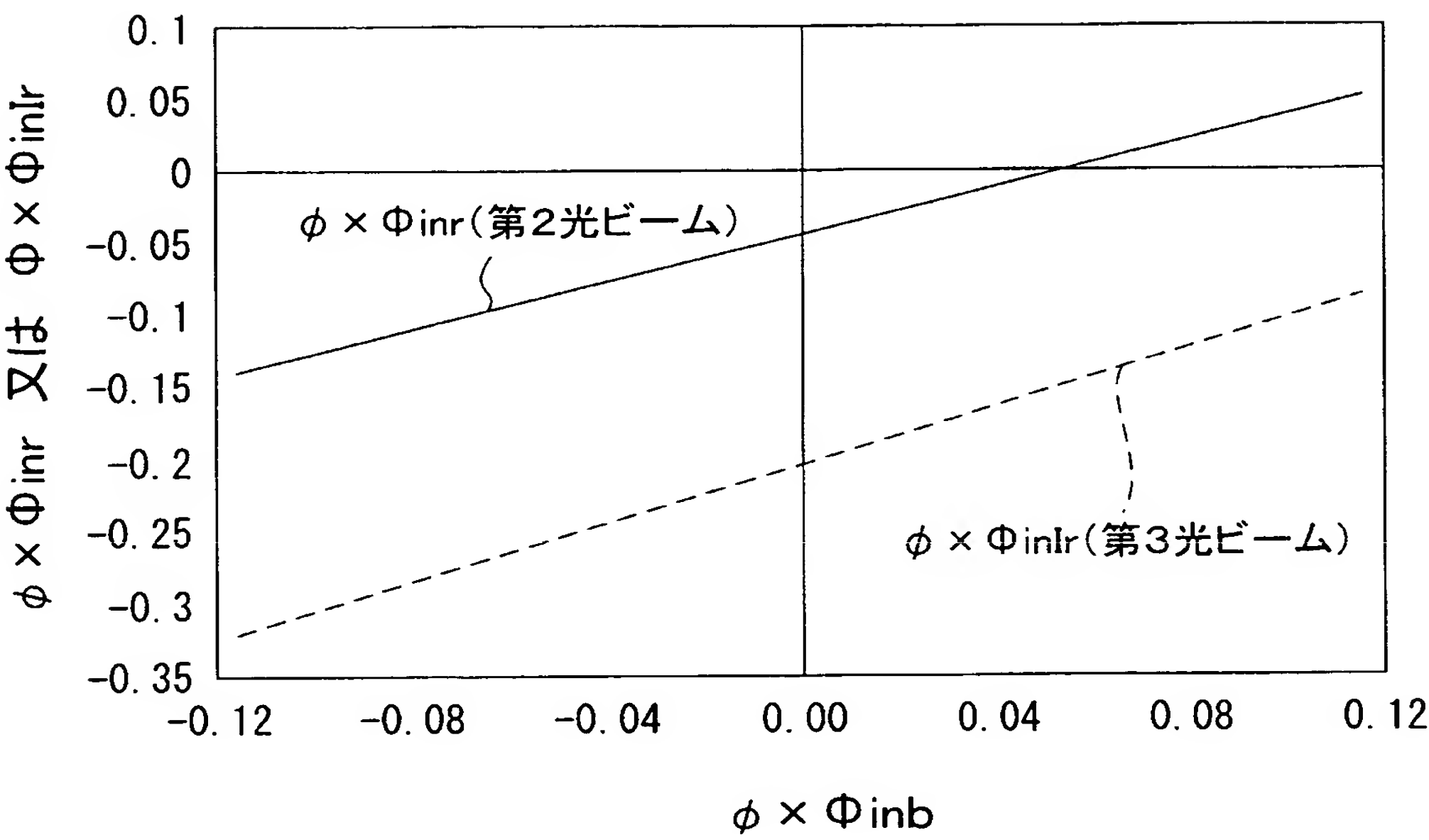
【図 4】



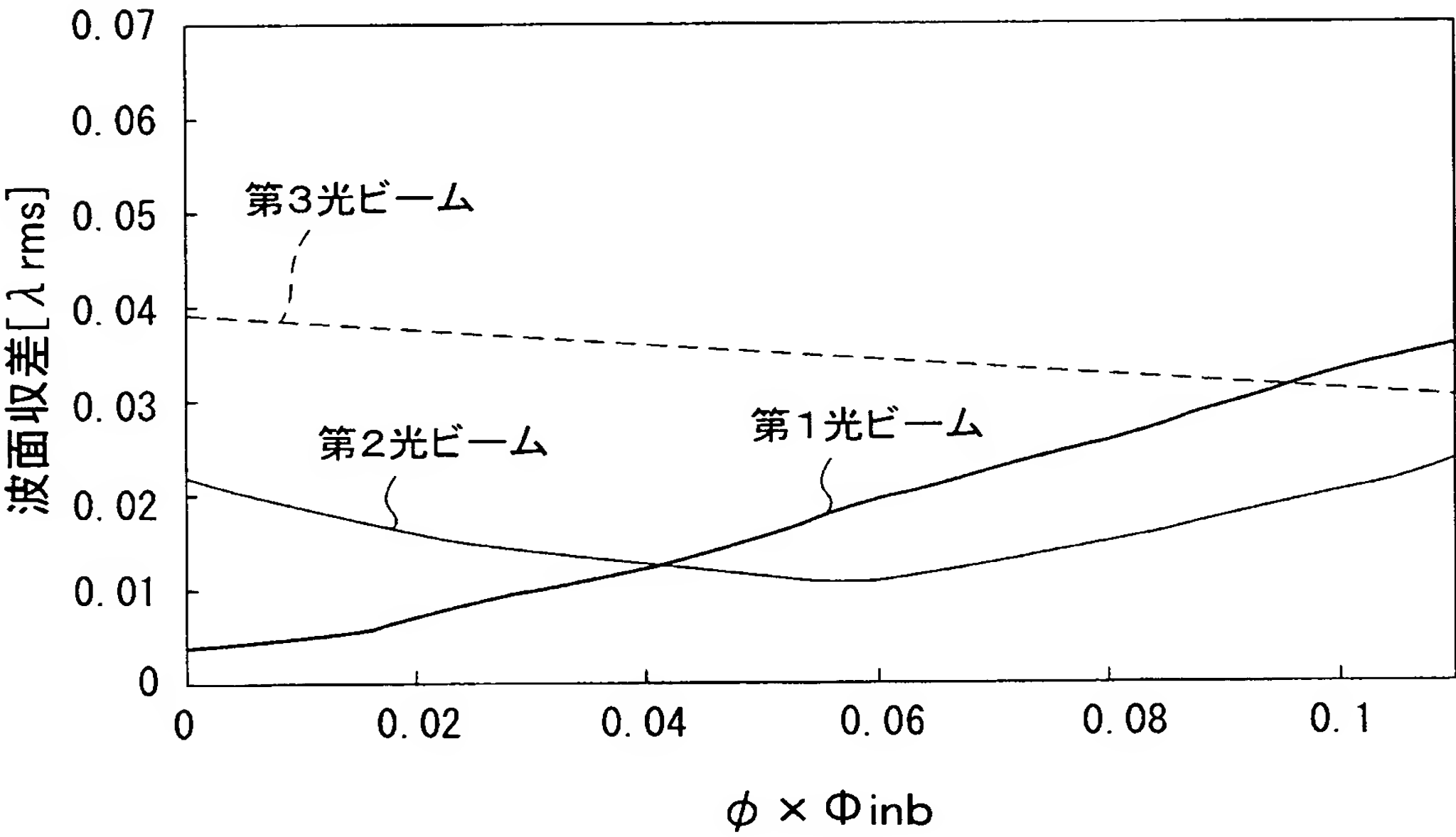
【図 5】



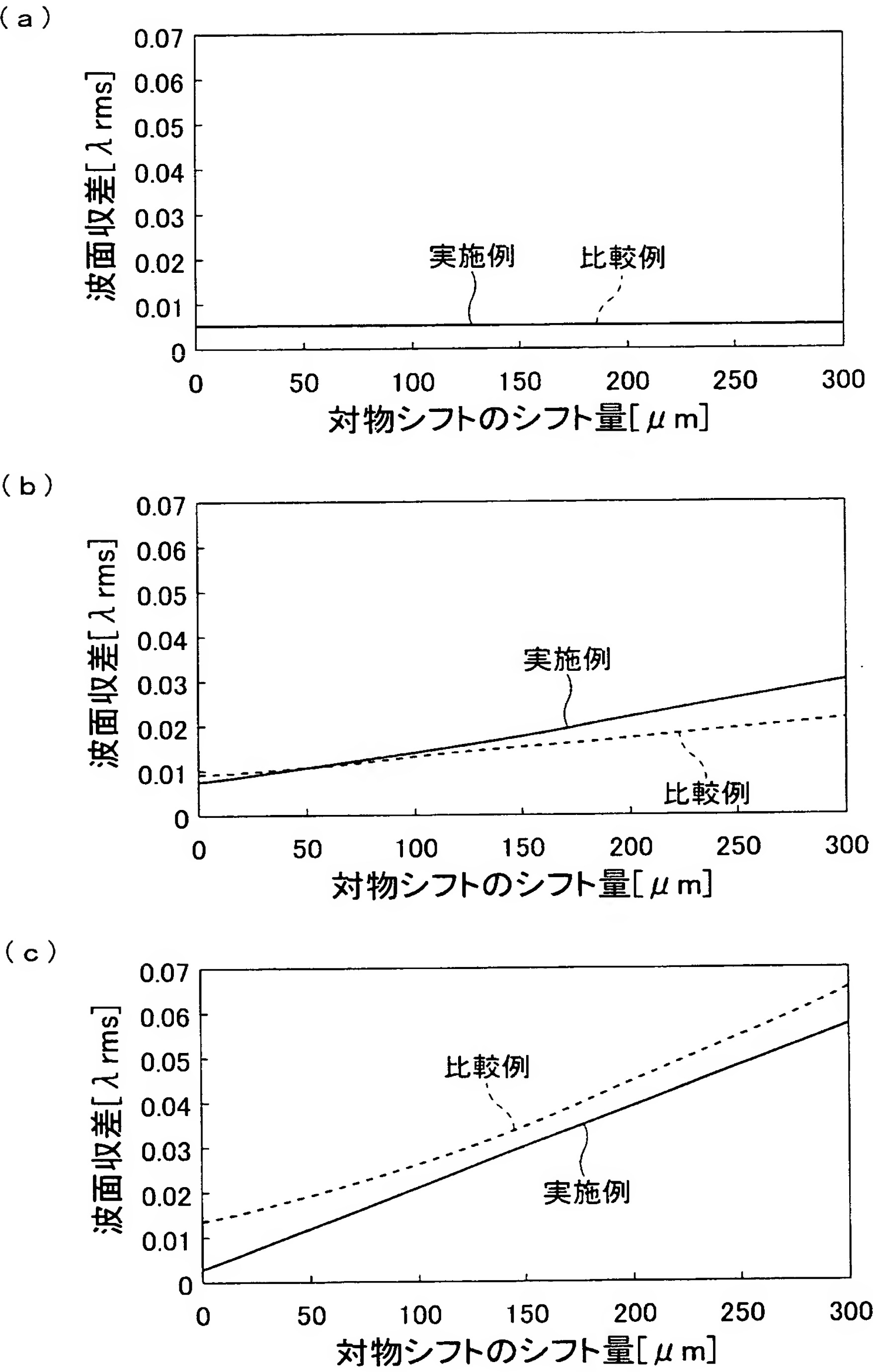
【図 6】



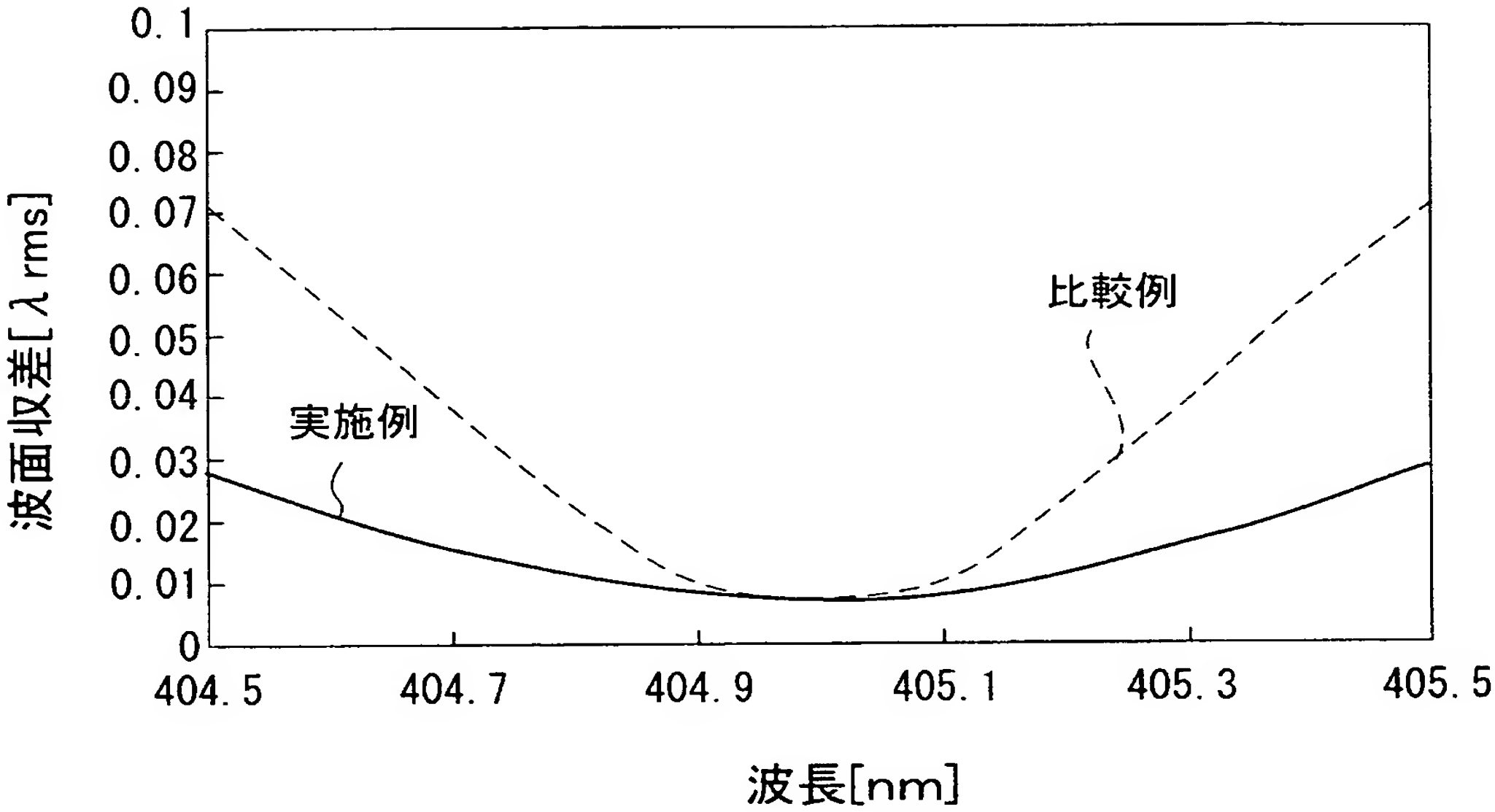
【図 7】



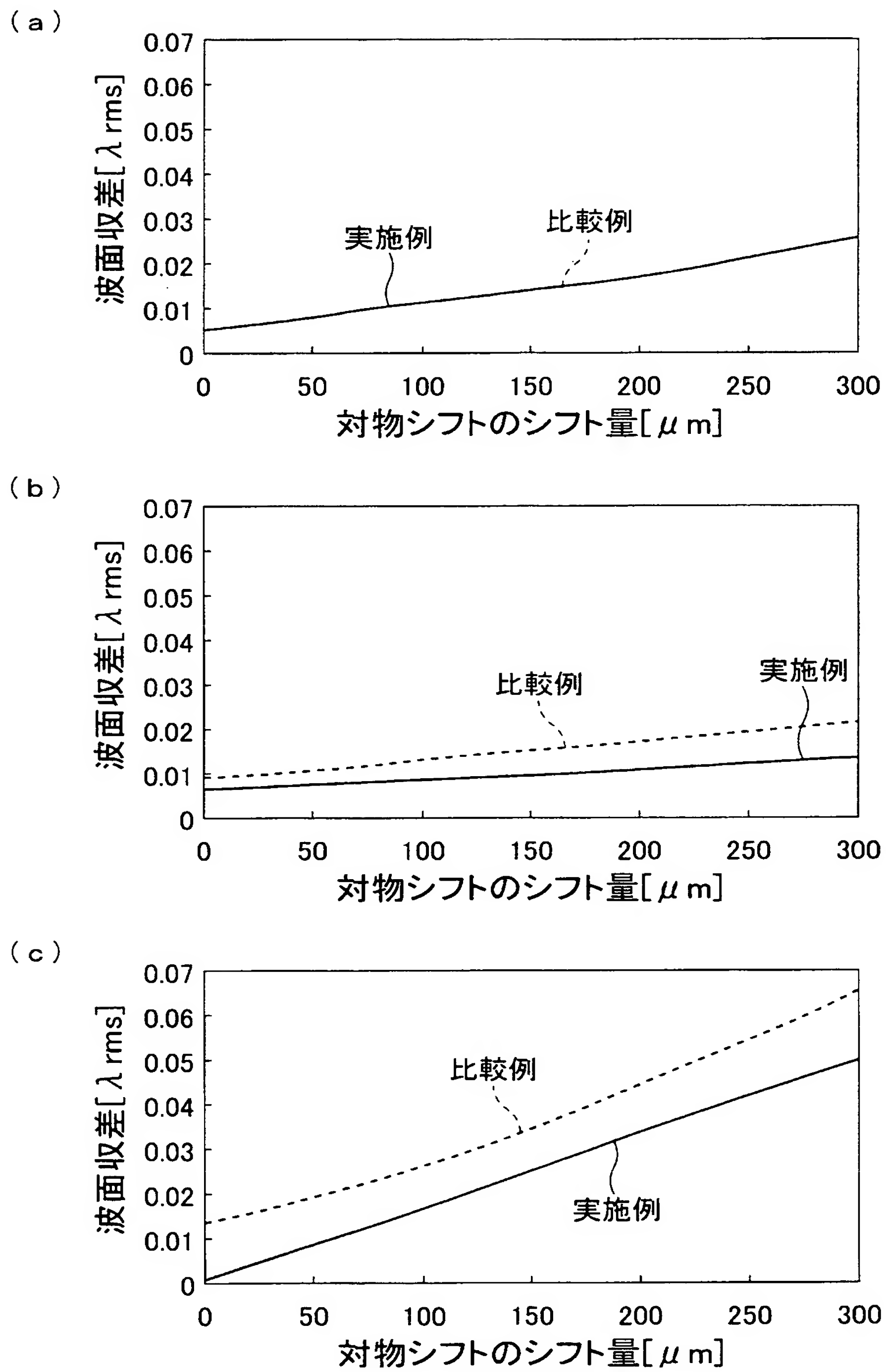
【図 8】



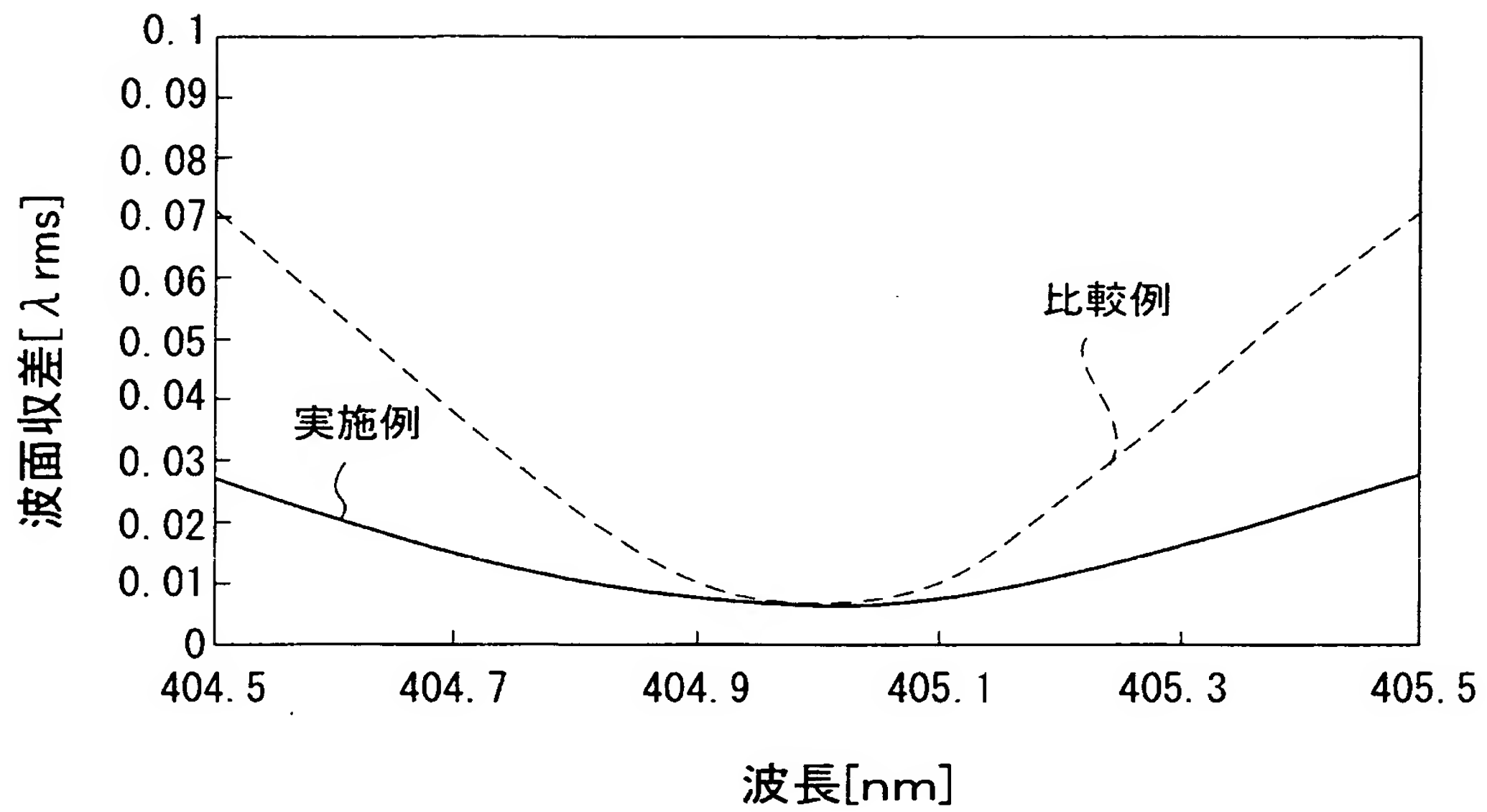
【図 9】



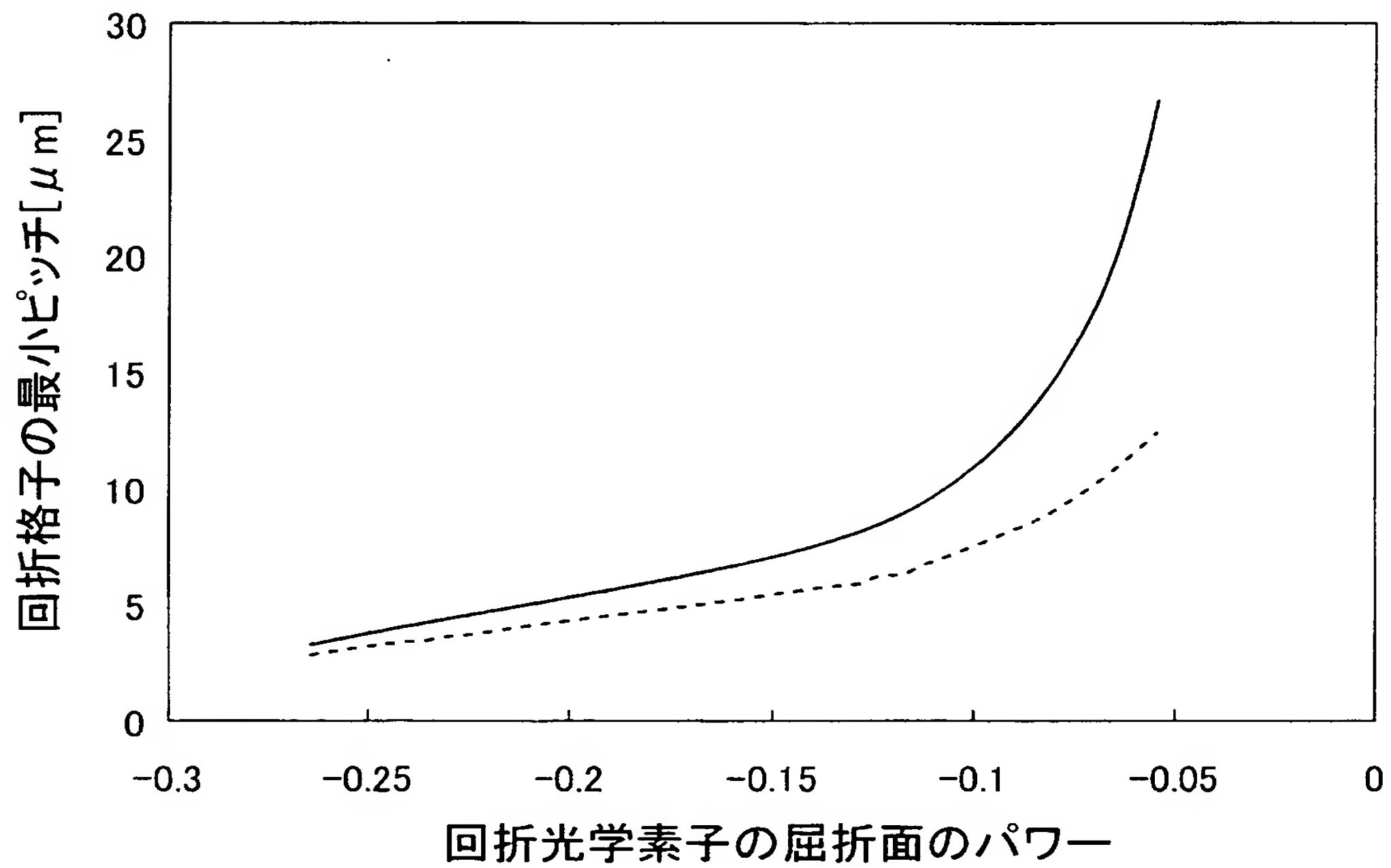
【図 10】



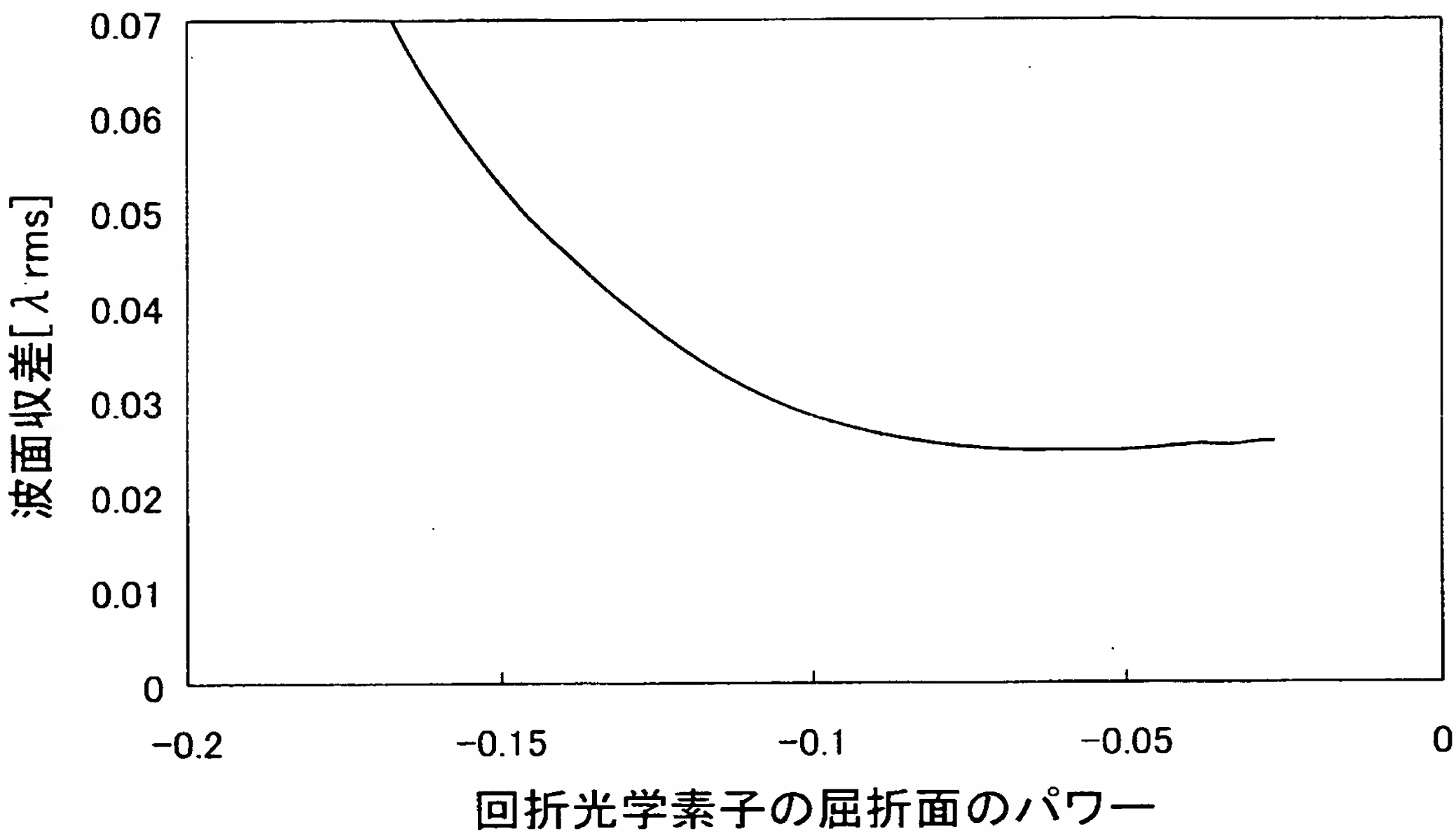
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光透過層の厚さ及び再生に最適な波長の異なる記録媒体に情報の記録再生が可能であるとともに、対物レンズユニットのラジアル方向へのシフトの影響を抑えることができる光ピックアップを提供する。

【解決手段】 光ピックアップ 2 0 は、第 1、第 2 及び第 3 光ビームを回折させ、かつ、屈折させて出射する回折光学素子 1 1 と、回折光学素子 1 1 から出射された第 1、第 2 及び第 3 光ビームのそれぞれ所定回折次数の回折光を、それぞれ第 1、第 2 及び第 3 光ディスクの情報記録面に対して集光する対物レンズ 1 2 とを備える。第 2 及び第 3 光ビームについて、回折光学素子 1 1 に入射する収束／発散度合いをそれぞれ Φ_{inr} 及び Φ_{inIr} とし、対物レンズ 1 2 に入射する発散度合いをそれぞれ Φ_{outr} 及び Φ_{outIr} とすると、回折光学素子 1 1 は、 $|\Phi_{inr}| < |\Phi_{outr}|$ 、かつ、 $|\Phi_{inIr}| < |\Phi_{outIr}|$ を満たす。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 4 0 0 7 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社